

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 4 年    1 月 2 8 日  
Date of Application:

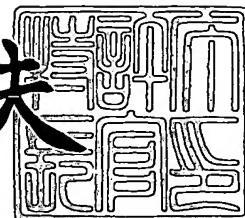
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 4 - 0 2 0 5 2 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 4 - 0 2 0 5 2 2 ]

出      願      人                      セイコーエプソン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    2 月 2 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 4 8 0 1

【書類名】 特許願  
【整理番号】 16P027  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H02N 2/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内  
    【氏名】 宮澤 修  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000002369  
    【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100091292  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 増田 達哉  
    【連絡先】 3 5 9 5 - 3 2 5 1  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100091627  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 朝比 一夫  
    【連絡先】 3 5 9 5 - 3 2 5 1  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003-100101  
    【出願日】 平成15年 4月 3日  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 007593  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 0015134

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

被駆動体と、

被接触部と、

前記被駆動体を回動可能に支持するフレームと、

交流電圧の印加により伸縮する第 1 圧電素子、接触部および腕部を一体的に形成された補強板、ならびに交流電圧の印加により伸縮する第 2 圧電素子をこの順に積層してなり、前記接触部にて前記被接触部に対して当接する振動体を有する超音波モータとを備え、

前記振動体が、前記被接触部を介して前記被駆動体に動力を伝達し、前記被駆動体を回動させることを特徴とする稼働装置。

**【請求項 2】**

前記被接触部は、前記被駆動体に設けられている請求項 1 に記載の稼働装置。

**【請求項 3】**

前記振動体は、前記フレームに対して固定設置される請求項 1 または 2 に記載の稼働装置。

**【請求項 4】**

前記振動体が平面構造を有し、かつ、前記被接触部および前記振動体が同一平面上に配置される請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の稼働装置。

**【請求項 5】**

前記被接触部および前記振動体が、前記被駆動体の側面と前記フレームの内壁面との隙間に設けられる請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の稼働装置。

**【請求項 6】**

前記振動体が、その長手方向を前記フレームの幅方向に向けて配置されると共に、前記被接触部が、前記振動体の長手方向の延長線上に配置される請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の稼働装置。

**【請求項 7】**

前記被接触部と前記振動体とが平面視で重なる位置に配置される請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の稼働装置。

**【請求項 8】**

前記被接触部と前記被駆動体との間に減速機構を有する請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の稼働装置。

**【請求項 9】**

前記被接触部および前記振動体の一方に対して他方を押圧する押圧手段を有する請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の稼働装置。

**【請求項 10】**

被駆動体と、

前記被駆動体を収容する第 1 フレームと、

前記第 1 フレームを回動可能に支持する第 2 フレームと、

被接触部と、

交流電圧の印加により伸縮する第 1 圧電素子、接触部および腕部を一体的に形成された補強板、ならびに交流電圧の印加により伸縮する第 2 圧電素子をこの順に積層してなり、前記接触部にて前記被接触部に対して当接する振動体を有する超音波モータとを備え、

前記振動体が、前記被接触部を介して前記第 1 フレームに動力を伝達し、前記第 1 フレームを回動させることを特徴とする稼働装置。

**【請求項 11】**

前記被駆動体は、前記第 1 フレームに回動可能に支持されており、

前記被駆動体の前記第 1 フレームに対する回転軸の軸方向と、前記第 1 フレームの前記第 2 フレームに対する回転軸の軸方向とが、相互に異なる請求項 10 に記載の稼働装置。

**【請求項 12】**

前記被駆動体の前記第 1 フレームに対する回転軸と、前記第 1 フレームの前記第 2 フレーム

ームに対する回転軸とが略直交する請求項 11 に記載の稼働装置。

【請求項 13】

前記振動体が平面構造を有し、かつ、前記被接触部および前記振動体が同一平面上に配置される請求項 10 ないし 12 のいずれかに記載の稼働装置。

【請求項 14】

前記被接触部および前記振動体が、前記第 1 フレームの側面と前記第 2 フレームの内壁面との隙間に設けられる請求項 10 ないし 13 のいずれかに記載の稼働装置。

【請求項 15】

前記被接触部および前記振動体により駆動ユニットが構成されており、該駆動ユニットが、前記第 1 フレームの底部と前記第 2 フレームの内壁面との間に配置されると共に、前記第 1 フレームが、前記駆動ユニットにより底部から動力を伝達される請求項 10 ないし 13 のいずれかに記載の稼働装置。

【請求項 16】

前記被接触部と前記第 1 フレームとの間に減速機構を有する請求項 10 ないし 15 のいずれかに記載の稼働装置。

【請求項 17】

さらに、歯車を有し、

前記第 1 フレームが歯溝を有すると共に該歯溝にて前記歯車と噛合し、前記被接触部が前記歯車を介して、前記振動体からの動力を前記第 1 フレームに伝達する請求項 10 ないし 16 のいずれかに記載の稼働装置。

【請求項 18】

前記被接触部は、前記第 1 フレームに設けられている請求項 10 ないし 17 のいずれかに記載の稼働装置。

【請求項 19】

前記被接触部は、前記第 2 フレームに設けられている請求項 10 ないし 17 のいずれかに記載の稼働装置。

【請求項 20】

前記振動体が前記第 1 フレームに設けられて該第 1 フレームと共に回転する請求項 19 に記載の稼働装置。

【請求項 21】

前記第 2 フレームの内壁面が前記被接触部を構成すると共に、前記振動体が前記第 2 フレームの内壁面に当接して振動を伝達し、その反力により前記第 1 フレームが回転する請求項 20 に記載の稼働装置。

【請求項 22】

被駆動体と、

前記被駆動体を回転可能に支持する第 1 フレームと、

第 1 被接触部と、

交流電圧の印加により伸縮する第 1 圧電素子、接触部および腕部を一体的に形成された補強板、ならびに交流電圧の印加により伸縮する第 2 圧電素子をこの順に積層してなり、前記接触部にて前記第 1 被接触部に対して当接する第 1 振動体を有する第 1 超音波モータと、

前記第 1 フレームを回転可能に支持する第 2 フレームと、

第 2 被接触部と、

交流電圧の印加により伸縮する第 1 圧電素子、接触部および腕部を一体的に形成された補強板、ならびに交流電圧の印加により伸縮する第 2 圧電素子をこの順に積層してなり、前記接触部にて前記第 2 被接触部に対して当接する第 2 振動体を有する第 2 超音波モータとを備え、

前記第 1 振動体が、前記第 1 被接触部を介して前記被駆動体に動力を伝達し、前記被駆動体を前記第 1 フレームに対し回転させ、かつ、前記第 2 振動体が、前記第 2 被接触部を介して前記第 1 フレームに動力を伝達し、前記第 1 フレームを前記第 2 フレームに対し回

動させることを特徴とする稼働装置。

【請求項 2 3】

請求項 1 ないし 2 2 のいずれかに記載の稼働装置を有することを特徴とする電気機器。

**【書類名】 明細書****【発明の名称】 稼働装置および電気機器****【技術分野】****【0001】**

本発明は、稼働装置および電気機器に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来から、パン・チルト式のズームカメラ等の被駆動体を駆動する稼働装置が知られている。かかる技術としては、非特許文献1に記載される技術が知られている。

しかしながら、従来の稼働装置では、電磁モータ等の大型モータにより、被駆動体の駆動機構を構成していたので、機器全体が大型化するという問題点があった。

**【0003】**

【非特許文献1】 パン・チルト・ズームカメラ<URL : <http://www.viewmedia.co.jp/viewweb/kiki/vcc4.htm>>

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

そこで、この発明は、上記に鑑みてなされたものであって、機器全体を小型化できる稼働装置および電気機器を提供することを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0005】**

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明の稼働装置は、被駆動体（特に、撮像素子を有する被駆動体）と、被接触部と、

前記被駆動体を回動可能に支持するフレームと、

交流電圧の印加により伸縮する第1圧電素子、接触部および腕部を一体的に形成された補強板、ならびに交流電圧の印加により伸縮する第2圧電素子をこの順に積層してなり、前記接触部にて前記被接触部に対して当接する振動体を有する超音波モータとを備え、

前記振動体が、前記被接触部を介して前記被駆動体に動力を伝達し、前記被駆動体を回動させることを特徴とする。

**【0006】**

この発明では、積層構造を有する超音波モータを用いて、被駆動体の稼働機構、特に撮像手段（撮像ユニット）である被駆動体の稼働機構を構成したので、装置全体を小型化（薄型化）できる利点がある。

そして、特に、振動体は、交流電圧の印加により伸縮する第1圧電素子と、接触部および腕部が一体的に形成された補強板と、交流電圧の印加により伸縮する第2圧電素子とをこの順に積層してなるので、低い電圧で大きな駆動力および高い駆動速度とが得られ、また、面内方向の伸縮を利用して駆動するので、駆動効率を極めて高くすることができる。

**【0007】**

本発明の稼働装置では、前記被接触部は、前記被駆動体に設けられているのが好ましい。

本発明の稼働装置では、前記振動体は、前記フレームに対して固定設置されるのが好ましい。

本発明の稼働装置では、前記被接触部および前記振動体の一方に対して他方を押圧する押圧手段を有するのが好ましい。

これにより、より大きな駆動力が得られ、被駆動体をより確実に回動（駆動）させることができる。

**【0008】**

本発明の稼働装置では、前記押圧手段は、前記被駆動体を押圧することにより、前記振動体に対して前記被接触部を押し付けるよう構成されているのが好ましい。

本発明の稼働装置では、前記振動体が平面構造を有し、かつ、前記被接触部および前記振動体が同一平面上に配置されるのが好ましい。

この発明では、被接触部および前記振動体が、同一平面上に配置されるので、被駆動体の駆動機構を平面的に構成できる利点がある。特に、振動体が平面構造を有する場合には、この駆動機構をさらに薄型化できるので、装置全体を薄型化できる利点がある。

#### 【0009】

本発明の稼働装置では、前記被接触部および前記振動体が、前記被駆動体の側面と前記フレームの内壁面との隙間に設けられるのが好ましい。

この発明では、被接触部とフレームとの隙間に被駆動体の駆動機構を形成できる。これにより、稼働装置の横幅を小さくできる利点がある。

本発明の稼働装置では、前記振動体が、その長手方向を前記フレームの幅方向に向けて配置されると共に、前記被接触部が、前記振動体の長手方向の延長線上に配置されるのが好ましい。

これにより、振動体の長手方向が稼働装置の幅方向に向けられ、かつ、振動体と被接触部とが一直線上に配置されるので、稼働装置の厚みを小さくできる利点がある。

#### 【0010】

本発明の稼働装置では、前記被接触部と前記振動体とが平面視で重なる位置に配置されるのが好ましい。

これにより、稼働装置の幅を小さくできる。

本発明の稼働装置では、前記被接触部と前記被駆動体との間に減速機構を有するのが好ましい。

これにより、被駆動体を大きなトルクで駆動できる利点がある。

#### 【0011】

本発明の稼働装置は、被駆動体（特に、撮像素子を有する被駆動体）と、前記被駆動体を収容する第1フレームと、前記第1フレームを回動可能に支持する第2フレームと、被接触部と、

交流電圧の印加により伸縮する第1圧電素子、接触部および腕部を一体的に形成された補強板、ならびに交流電圧の印加により伸縮する第2圧電素子をこの順に積層してなり、前記接触部にて前記被接触部に対して当接する振動体を有する超音波モータとを備え、

前記振動体が、前記被接触部を介して前記第1フレームに動力を伝達し、前記第1フレームを回動させることを特徴とする。

#### 【0012】

この発明では、積層構造を有する超音波モータを用いて、被駆動体の稼働機構、特に撮像手段（撮像ユニット）である被駆動体の稼働機構を構成したので、装置全体を小型化（薄型化）できる利点がある。

そして、特に、振動体は、交流電圧の印加により伸縮する第1圧電素子と、接触部および腕部が一体的に形成された補強板と、交流電圧の印加により伸縮する第2圧電素子とをこの順に積層してなるので、低い電圧で大きな駆動力および高い駆動速度とが得られ、また、面内方向の伸縮を利用して駆動するので、駆動効率を極めて高くすることができる。

#### 【0013】

本発明の稼働装置では、前記被駆動体は、前記第1フレームに回動可能に支持されており、

前記被駆動体の前記第1フレームに対する回転軸の軸方向と、前記第1フレームの前記第2フレームに対する回転軸の軸方向とが、相互に異なるのが好ましい。

これにより、被駆動体が第1フレームに対して回動し、かつ、第1フレームが第2フレームに対して回動するので、被駆動体を第2フレームに対して任意の方向に変位させるパン・チルト機構を実現できる利点がある。

#### 【0014】

本発明の稼働装置では、前記被駆動体の前記第1フレームに対する回転軸と、前記第1

フレームの前記第 2 フレームに対する回転軸とが略直交するのが好ましい。

これにより、被駆動体が第 1 フレームに対して回転し、かつ、第 1 フレームが第 2 フレームに対して回転するので、被駆動体を第 2 フレームに対して任意の方向に変位させるパン・チルト機構を実現できる利点がある。

【0015】

本発明の稼働装置では、前記振動体が平面構造を有し、かつ、前記被接触部および前記振動体が同一平面上に配置されるのが好ましい。

この発明では、被接触部および前記振動体が、同一平面上に配置されるので、被駆動体の駆動機構を平面的に構成できる利点がある。特に、振動体が平面構造を有する場合には、この駆動機構をさらに薄型化できるので、装置全体を薄型化できる利点がある。

【0016】

本発明の稼働装置では、前記被接触部および前記振動体が、前記第 1 フレームの側面と前記第 2 フレームの内壁面との隙間に設けられるのが好ましい。

これにより、稼働装置の横幅を小さくできる利点がある。

本発明の稼働装置では、前記被接触部および前記振動体により駆動ユニットが構成されており、該駆動ユニットが、前記第 1 フレームの底部と前記第 2 フレームの内壁面との間に配置されると共に、前記第 1 フレームが、前記駆動ユニットにより底部から動力を伝達されるのが好ましい。

【0017】

本発明の稼働装置では、前記被接触部と前記第 1 フレームとの間に減速機構を有するのが好ましい。

これにより、第 1 フレームを大きなトルクで駆動できる利点がある。

本発明の稼働装置では、さらに、歯車を有し、

前記第 1 フレームが歯溝を有すると共に該歯溝にて前記歯車と噛合し、前記被接触部が前記歯車を介して、前記振動体からの動力を前記第 1 フレームに伝達するのが好ましい。

【0018】

本発明の稼働装置では、前記被接触部は、前記第 1 フレームに設けられているのが好ましい。

本発明の稼働装置では、前記被接触部は、前記第 2 フレームに設けられているのが好ましい。

本発明の稼働装置では、前記振動体が前記第 1 フレームに設けられて該第 1 フレームと共に回転するのが好ましい。

本発明の稼働装置では、前記第 2 フレームの内壁面が前記被接触部を構成すると共に、前記振動体が前記第 2 フレームの内壁面に当接して振動を伝達し、その反力により前記第 1 フレームが回転するのが好ましい。

【0019】

本発明の稼働装置は、被駆動体（特に、撮像素子を有する被駆動体）と、前記被駆動体を回転可能に支持する第 1 フレームと、第 1 被接触部と、

交流電圧の印加により伸縮する第 1 圧電素子、接触部および腕部を一体的に形成された補強板、ならびに交流電圧の印加により伸縮する第 2 圧電素子をこの順に積層してなり、前記接触部にて前記第 1 被接触部に対して当接する第 1 振動体を有する第 1 超音波モータと、

前記第 1 フレームを回転可能に支持する第 2 フレームと、第 2 被接触部と、

交流電圧の印加により伸縮する第 1 圧電素子、接触部および腕部を一体的に形成された補強板、ならびに交流電圧の印加により伸縮する第 2 圧電素子をこの順に積層してなり、前記接触部にて前記第 2 被接触部に対して当接する第 2 振動体を有する第 2 超音波モータとを備え、

前記第 1 振動体が、前記第 1 被接触部を介して前記被駆動体に動力を伝達し、前記被駆



動体を前記第1フレームに対し回転させ、かつ、前記第2振動体が、前記第2被接触部を介して前記第1フレームに動力を伝達し、前記第1フレームを前記第2フレームに対し回転させることを特徴とする。

#### 【0020】

この発明では、積層構造を有する超音波モータを用いて、被駆動体の稼働機構、特に撮像手段（撮像ユニット）である被駆動体の稼働機構を構成したので、装置全体を小型化（薄型化）できる利点がある。

また、被駆動体が第1フレームに対して回転し、かつ、第1フレームが第2フレームに対して回転するので、被駆動体を第2フレームに対して任意の方向に変位させるパン・チルト機構を実現できる利点がある。

#### 【0021】

そして、特に、各振動体は、交流電圧の印加により伸縮する第1圧電素子と、接触部および腕部が一体的に形成された補強板と、交流電圧の印加により伸縮する第2圧電素子とをこの順に積層してなるので、低い電圧で大きな駆動力および高い駆動速度とが得られ、また、面内方向の伸縮を利用して駆動するので、駆動効率を極めて高くすることができる。

#### 【0022】

本発明の稼働装置では、前記第1被接触部は、前記被駆動体に設けられているのが好ましい。

本発明の稼働装置では、前記第1振動体は、前記第1フレームに対して固定設置されるのが好ましい。

本発明の稼働装置では、前記第2被接触部は、前記第1フレームに設けられているのが好ましい。

#### 【0023】

本発明の稼働装置では、前記第2振動体は、前記第2フレームに対して固定設置されるのが好ましい。

本発明の稼働装置では、前記第2被接触部は、前記第2フレームに設けられているのが好ましい。

本発明の稼働装置では、前記第2振動体は、前記第1フレームに対して固定設置されるのが好ましい。

#### 【0024】

本発明の稼働装置では、前記被駆動体の前記第1フレームに対する回転軸の軸方向と、前記第1フレームの前記第2フレームに対する回転軸の軸方向とが、相互に異なるのが好ましい。

本発明の稼働装置では、前記被駆動体の前記第1フレームに対する回転軸と、前記第1フレームの前記第2フレームに対する回転軸とが略直交するのが好ましい。

本発明の電気機器は、本発明の稼働装置を有することを特徴とする。

【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0025】

以下、本発明の稼働装置および電気機器（電子機器）を添付図面に示す好適実施形態に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、以下に示す実施の形態の構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

（第1実施形態）

図1は、この発明の第1実施形態にかかる稼働装置を示す斜視図である。図2は、図1に記載した稼働装置を示す平面図である。図3は、図2に記載した稼働装置を示すA-A視断面図である。図4は、図1に記載した光学系および被駆動体を示す断面図である。この稼働装置1は、光学系2と、フレーム4と、被駆動体5と、振動体6とを含み構成される。光学系2は、レンズ21と、撮像素子（固体撮像素子）22とを含み構成され、稼働装置1の撮像部として機能する。なお、レンズ21は、例えば、ピンホールであっても良

い。また、撮像素子 22 は、例えば、イメージセンサや CCD (Charge Coupled Device : 電荷結合素子) である。フレーム 4 は、箱型の枠状部材から成る。稼働装置 1 は、このフレーム 4 にて取付台や壁面等 (図示省略) の所定の位置に固定設置される。

#### 【0026】

被駆動体 5 は、箱型部の上面に円筒部を設けた形状を有し (図 1 ~ 図 4 参照)、円筒部内にレンズ 21 を配置されると共に、箱型部内に撮像素子 22 を配置される。これにより、被駆動体 5 は、稼働装置 1 の撮像手段 (撮像ユニット) として機能する。また、被駆動体 5 は、箱型部の両側面に軸 52、52 を突出させて設けられる。被駆動体 5 は、フレーム 4 の内側に収容され、軸 52、52 にてフレーム 4 により回転 (回動) 可能に支持される。また、被駆動体 5 は、箱型部の側面上に、円柱形状の被接触部 (ロータ) 51 を有する。この被接触部 51 は、被駆動体 5 の回転軸に対して同軸上に設けられる。なお、被駆動体 5 の形状は、この第 1 実施形態の形状に限定されず、その機能に応じて適宜設計変更して良い。また、被駆動体 5 は、箱型部の内部にデータ処理用の IC チップ (図示省略) を有する。

#### 【0027】

振動体 6 は、略長形状を有する薄型の板状形状を有し、その長辺の側部に腕部 68 を有する。振動体 6 は、フレーム 4 の内壁面に対して、その平面を略平行に向けつつ僅かに浮かせた状態で配置される (図 2 参照)。この場合、被接触部 51 および振動体 6 が、同一平面上に配置される。また、振動体 6 は、その長手方向をフレーム 4 の幅方向に向けて配置される。また、被接触部 51 は、振動体 6 の長手方向の延長線上に配置される。また、振動体 6 は、フレーム 4 の内壁面に対して、その腕部 68 にてボルト 13 を介して固定設置される。また、振動体 6 は、その短辺の側部に接触部 66 を有する。振動体 6 は、この接触部 66 にて、被駆動体 5 の被接触部 51 の周面に接触する。言い換えれば、振動体 6 は、接触部 66 の先端部を、被接触部 51 の半径方向からその周面に当接する。このとき、振動体 6 は、接触部 66 を、腕部 68 の弾性により、被接触部 51 の側面に対して弾性的に付勢する。これにより、接触部 66 と被接触部 51 との間に十分な摩擦力が形成され、振動体 6 の振動が被接触部 51 に対して確実に伝達される。また、振動体 6 は、外部の通電回路 (図示省略) に接続されて、その駆動を制御される。そして、振動体 6 および通電回路は、この稼働装置 1 を駆動する超音波モータとして機能する。なお、この振動体 6 の詳細な構成および機能については、後述する。

#### 【0028】

図 5 は、この第 1 実施形態にかかる稼働装置の作用を示す説明図である。この稼働装置 1 において、振動体 6 は、外部の通電回路から高周波数の交流電流を印加されて高速で伸縮運動し、その接触部 66 を被接触部 51 の周面に高速かつ反復的に衝突させる。すると、被接触部 51 が接触部 66 との摩擦接触により叩かれて回転 (回動) し、これと共に、被駆動体 5 が軸 52 を回転軸として回転変位 (回動) する。これにより、光学系 2 の撮像方向が、被駆動体 5 の回転方向に変更される。このように、この稼働装置 1 では、振動体 6 の駆動により光学系 2 の向きを任意に変更できるので、撮像方向の変更を要する電気機器に特に好適である。また、被駆動体 5 の回転方向は、振動体 6 への交流電流の入力パターンの選択により、任意に変更可能である。これにより、正逆の両方向に被駆動体 5 を回転させ得る利点がある。なお、かかる振動体 6 の駆動パターンについては後述する。

#### 【0029】

この稼働装置 1 によれば、被駆動体 5 の駆動部として薄板構造の振動体 6 を用いるので、装置全体を薄型化および小型化できる利点がある。また、振動体 6 が薄板構造を有するので、被駆動体 5 の駆動部 (振動体 6) を薄型かつ平面的に構成できる。この平面構造により、駆動部をフレーム 4 の内壁面と被駆動体 5 との僅かな隙間に配置できる利点がある (図 1 ~ 図 3 参照)。

#### 【0030】

なお、この第 1 実施形態において、稼働装置 1 の被駆動体 5 は、光学系 2 (撮像素子 22) を有する撮像手段 (撮像ユニット) である。すなわち、稼働装置 1 は、光学系 2 (撮

像素子 22) を有する撮像装置であり、例えば、監視カメラ、ドアカメラ、携帯電話用カメラ、テレビ電話、カメラ付パーソナルコンピュータその他の電気光学機器に適用される。特に、この稼働装置 1 は、振動体 6 および通電回路により被駆動体の姿勢を微小な変位量にて制御できる利点がある。したがって、この稼働装置 1 は、例えば、撮像にかかるフォーカスなどの微調整が要求される電気光学機器において、特に好適である。また、この稼働装置 1 は、薄板構造の振動体 6 を駆動部として用いるので、装置全体が薄型かつ小型である。これにより、例えば、この稼働装置 1 を監視カメラに適用すれば、設置場所の自由度を高められる利点がある。また、かかる監視カメラは、従来の大型の監視カメラと比較して小型なので目立ち難い。これにより、監視カメラの設置場所を避けて行われる犯罪に対して、監視効果を高められる利点がある。また、この稼働装置 1 は、被駆動体 5 の正逆方向への回転（回動）により撮像方向が変更可能である。これにより、例えば、この稼働装置 1 をドアカメラに適用すれば、ドアの正面方向以外の方向も撮像できるので、小さい子供等も撮像できる利点がある。

#### 【0031】

また、この第 1 実施形態において、被駆動体 5 を、撮像手段（撮像ユニット）の他のものに変更してもよい。

例えば、この第 1 実施形態において、稼働装置 1 の被駆動体 5 を、マイクロフォンその他の音波検出手段（集音手段）に変更してもよい。すなわち、稼働装置 1 が、前記音波検出手段を備えた集音装置として構成されてもよい。特に、この稼働装置 1 は、被駆動体 5 の駆動機構により音波の検出方向を任意に変更できる利点を有する。したがって、この稼働装置 1 は、指向性マイクロフォン等を音波検出手段として採用する集音機器において、特に好適である。また、この稼働装置 1 は、振動体 6 および通電回路 20 により被駆動体 5 の姿勢を微小な変位量にて制御できるので、さらに音波の検出を好適になし得る利点がある。

#### 【0032】

また、この第 1 実施形態において、稼働装置 1 の被駆動体 5 を、錘部を有する重心形成手段に変更してもよい。すなわち、稼働装置 1 が、前記重心形成手段を備えた重心移動機構として構成されてもよい。特に、この稼働装置 1 は、薄板形状の振動体 6 を用いて被駆動体 5 の駆動機構を構成するので、装置全体が小型かつ薄型である。したがって、この稼働装置 1 は、微小飛行体の姿勢制御に用いられる重心移動機構として採用される場合に、好適である。また、この稼働装置 1 は、振動体 6 および通電回路 20 により被駆動体 5 の姿勢を微小な変位量にて制御できるので、さらに微小飛行体の姿勢制御を的確になし得る利点がある。

#### 【0033】

また、この第 1 実施形態において、稼働装置 1 の被駆動体 5 を、アンテナ（例えば、パラボラアンテナ、CS アンテナ、GPS アンテナ等）その他の電波受信部を有する電波受信手段に変更してもよい。すなわち、稼働装置 1 が、前記電波受信手段を備えた電波検出装置（電波検出機器）として構成されてもよい。特に、この稼働装置 1 は、被駆動体 5 の駆動機構により電波の検出方向を任意に変更できる利点を有する。したがって、この稼働装置 1 は、特定方向の電波検出機器に採用される場合に、特に好適である。また、この稼働装置 1 は、振動体 6 および通電回路 20 により被駆動体の姿勢を微小な変位量にて制御できるので、さらに電波の検出を好適になし得る利点がある。

#### 【0034】

図 6 は、図 1 に記載した振動体を示す斜視図である。図 7 および図 8 は、図 6 に記載した振動体の動作を示す説明図である。この振動体 6 は、単一の補強板 63 を中心に配置し、この補強板 63 を一对の圧電素子 62、64 で挟み込み、これらを積層して構成される。また、振動体 6 は、電極 61a～61d と、電極 65a～65d（図示省略。各符号のみを括弧内に示す。）とを、その表裏の所定の位置に配置される。

#### 【0035】

補強板 63 は、略長方形の板状構造を有し、その厚みが各圧電素子 62、64 より薄い

。これにより、振動体 6 を高い効率で振動させ得る利点がある。また、補強板 63 は、例えば、ステンレス鋼、アルミニウム、アルミニウム合金、チタン、チタン合金、銅、銅系合金その他の金属材料から成る。ただし、補強板 63 の構成材料は、これに限定されない。補強板 63 は、振動体 6 全体を補強する機能を有し、過振幅や外力等による振動体 6 の損傷を防止する。また、補強板 63 は、圧電素子 62、64 間にて、これらを導通させる共通の電極として機能する。

#### 【0036】

圧電素子 62、64 は、補強板 63 と略合同な長方形の板状構造を有する。圧電素子 62、64 は、相互に対向して補強板 63 を表裏から挟み込み、補強板 63 に対して平面位置を揃えて積層される。また、圧電素子 62、64 は、補強板 63 に対して固着され、一体化されて単一構造物を構成する。これにより、振動体 6 の強度を向上できる利点がある。また、圧電素子 62、64 は、電圧の印加により伸縮可能な材料から成る。かかる材料としては、例えば、チタン酸ジルコニウム酸鉛、水晶、ニオブ酸リチウム、チタン酸バリウム、チタン酸鉛、メタニオブ酸鉛、ポリフッ化ビニリデン、亜鉛ニオブ酸鉛、スカンジウムニオブ酸鉛等がある。

#### 【0037】

電極 61a～61d、65a～65d は、短冊状の金属部材から成り、圧電素子 62、64 上の所定の位置に設置される。ここで、これらの電極は、圧電素子 62、64 の長辺に対して略半分の長さを有し、各圧電素子 62、64 上の長辺側の縁部に沿って、長手方向にそれぞれ 2 枚ずつ並べて配置される。これにより、電極 61a～61d、65a～65d は、各圧電素子 62、64 上にそれぞれ 4 枚ずつ並べられ、各圧電素子 62、64 の長手方向の中心線および幅方向の中心線に対して相互に対称に位置する（図 6 参照）。また、電極 61f、65f は、圧電素子 62、64 の長辺に対して略同一の長さを有し、各圧電素子 62、64 の長手方向の中心線上に配置される。

#### 【0038】

ここで、電極 61a～61d と、電極 65a～65d とは、振動体 6 の表裏にて相互に対向して配置される。図 6 中にて、括弧書きにて付した符号は、振動体 6 を挟み相互に対向する電極であることを示している。また、各圧電素子 62、64 上にて対角線を構成する電極 61a および電極 61c の組、ならびに、電極 65a および電極 65c の組とは、それぞれ各組内にて導通され、外部の通電回路に接続される。同様に、電極 61b および電極 61d の組、ならびに、電極 65b および 65d の組も、それぞれ各組内にて導通され、外部の通電回路に接続される。これにより、電極 61a～61d、65a～65d は、通電回路からの電圧の印加により、これらの組み合わせにて通電する。なお、いずれの組み合わせにより通電させるかは、後述する通電回路の構成により、任意に選択できる。

#### 【0039】

また、振動体 6 は、一方の短辺の中央、すなわち、長手方向の先端部の中央に、接触部 66 を有する。この接触部 66 は、補強板（振動板）63 に対して単一部材により一体的に形成される。すなわち、本実施形態では、接触部 66 が、振動体 6 の短辺の一部に突出した凸部により形成される。これにより、接触部 66 を振動体 6 に対して強固に設置できる利点がある。特に、接触部 66 は、稼働装置 1 の稼働時にて、振動体 6 の振動により高速かつ反復的に、高い押圧力にて被接触部 51 に衝突する。したがって、かかる構成により、接触部 66 の耐久性を高め得る利点がある。また、接触部 66 は、半円形状の先端部を有する（図 6 参照）。かかる接触部 66 は、角形の先端部を有する場合と比較して、被接触部 51 の側面に安定的に摩擦接触する。これにより、振動体 6 の作用方向が多少ずれた場合にも、振動体 6 からの押圧力を確実に被接触部 51 に伝達できる利点がある。

#### 【0040】

また、振動体 6 は、一方の長辺の中央、すなわち、長手方向の側部中央に、長辺に対して略垂直に突出する腕部 68 を有する。この腕部 68 は、補強板 63 に対して単一部材により一体的に形成される。これにより、腕部 68 を振動体 6 に対して強固に設置できる利点がある。振動体 6 は、腕部 68 の先端に設けられた孔 681 にボルト 13 を挿入され、

このボルト 13 によりフレーム 4 に対して固定設置される。また、振動体 6 は、腕部 68 によりフレーム 4 の内壁面に対して浮上した状態で支持される（図 2 参照）。かかる構成では、振動体 6 とフレーム 4 との摩擦がないので、振動体 6 の振動が拘束され難く、振動体 6 の自由な振動を実現できる利点がある。また、腕部 68 は、補強板 63 が金属材料から成るので、弾性を有する。振動体 6 は、この弾性により接触部 66 を被接触部 51 の側面に付勢し、この状態にて腕部 68 により支持される。また、振動体 6 の補強板 63 は、この腕部 68 にてアース（接地）されている。

#### 【0041】

ここで、腕部 68 は、振動体 6 の側方であって、振動体 6 の振動の節となる位置に設けられる。この位置は、振動解析その他公知の手法により当業者自明の範囲内にて適宜決定してよい。例えば、この稼働装置 1 のように、電極 61a～61d、65a～65d が、振動体 6 の長手方向および幅方向に対称に設けられる場合には、この振動体 6 の長手方向の略中央付近が振動の節となる。そこで、この稼働装置 1 では、腕部 68 を振動体 6 の長辺の略中央に設ける。すると、振動体 6 の振動時にて、腕部 68 が振動体 6 の振動を阻害しないので、腕部 68 から外部への振動エネルギーの消散を抑制できる。これにより、被接触部 51 を効率的に駆動できる利点がある。

#### 【0042】

図 7 および図 8 は、図 6 に記載した振動体の動作を示す説明図である。図 7 は、被接触部が図中の反時計回りに回転する場合を示し、図 8 は、被接触部 51 が図 7 に示す方向とは逆方向に回転する場合を示している。

図 7 に示す状態では、振動体 6 は、外部の通電回路（図示省略）から交流電圧が印加される。すると、振動体 6 の対角線上に位置する電極 61a、61c、65a および 65c が通電され、これらの電極と補強板 63 との間に交流電圧が印加される。圧電素子 62、64 は、この交流電圧により、電極が設置された部分にて、高速かつ反復的に部分的に伸縮する。ここで、圧電素子 62、64 は、電極 61a、61c、65a および 65c の設置部分にて、図中の矢印 a の方向に伸縮する。これにより、振動体 6 は、全体として略 S 字状に屈曲した微小振動を行う。この振動により、振動体 6 の接触部 66 は、図中の矢印 b で示す方向に往復運動するか、もしくは、図中の矢印 c で示す方向に楕円運動する。被接触部 51 は、この運動により接触部 66 から押圧力を受ける。具体的には、被接触部 51 は、接触部 66 の振動変位 S の径方向成分 S1（被接触部 51 の径方向の変位）により、接触部 66 と外周面 511 との間に摩擦力を受け、また、振動変位 S の周方向成分 S2（被接触部 51 の円周方向の変位）により、図中の反時計回りの回転力を受ける。そして、被接触部 51 は、この押圧力を高速かつ反復的に接触部 66 から受けて、図中の反時計回りに回転する。

#### 【0043】

一方、図 8 に示す状態では、振動体 6 の電極 61b、61d、65b および 65d が通電される。すなわち、図 7 に示す状態とは対称に、電極が通電される。すると、図 7 に示す状態と対称に振動体 6 が振動し、被接触部 51 が接触部 66 により押圧力を受けて、図中の時計回りに回転する。したがって、通電パターンの選択により、被接触部 51 を時計回りおよび反時計回りの双方向に駆動できる利点がある。なお、図 8 に示す状態では、通電されない他の電極 61a、61c、65a および 65c が、振動体 6 の振動を検出する振動検出手段を構成する。

#### 【0044】

図 9 は、図 1～図 8 に記載した振動体の通電回路を示すブロック図である。この通電回路 20 は、駆動回路 8 と、スイッチ 9 とを含み構成される。通電回路 20 は、振動体 6 に交流電圧を印加して振動体 6 を駆動する。また、通電回路 20 は、通電パターンを切換えて振動体 6 の振動モードを切り換える機能と、振動体 6 から電圧を検出して振動をフィードバック制御する機能とを有する。

#### 【0045】

駆動回路 8 は、発振回路 81 と、増幅回路 82 と、回転量制御回路 83 とを含み構成さ

れる。この駆動回路 8 では、発振回路 8 1 が交流電圧を出力し、増幅回路 8 2 がこの交流電圧を増幅して、振動体 6 に印加する。回転量制御回路 8 3 は、発振回路 8 1 および増幅回路 8 2 を制御し、被接触部 5 1 の回転量が指示された目標値となるように、振動体 6 に印加される交流電圧を調整する。

#### 【0046】

スイッチ 9 は、交流電圧を印加される電極と、振動検出手段を構成する電極とを切り換え、これにより、被接触部 5 1 の回転方向を切り換える。このスイッチ 9 は、連動する 2 つのスイッチ部 9 1 および 9 2 を有しており、端子 9 7 を振動体 6 の電極 6 1 d に接続され、端子 9 8 を電極 6 1 a に接続される。また、スイッチ 9 は、端子 9 3、9 6 をそれぞれ増幅回路 8 2 の出力側に接続され、各端子 9 3、9 6 を介して、増幅回路 8 2 から交流電圧を印加される。また、スイッチ 9 は、端子 9 4、9 5 をそれぞれ発振回路 8 1 の入力側に接続される。

#### 【0047】

この通電回路 2 0 において、まず、被接触部 5 1 の駆動にあたり、被接触部 5 1 の回転量（回転回数や回転角度）を回転量制御回路 8 3 に入力する。そして、被接触部 5 1 を図 9 中の反時計回り（正方向）に回転させる場合には、スイッチ 9 を切り換えて、端子 9 4 と端子 9 7 とを接続すると共に、端子 9 6 と端子 9 8 とを接続する。すると、振動体 6 の電極 6 1 a、6 1 c、6 5 a および 6 5 c が、増幅回路 8 2 の出力側に導通される。これにより、振動体 6 の圧電素子 6 2、6 4 に交流電圧が印加されて、振動体 6 が縦振動および屈曲振動し、被接触部 5 1 が接触部 6 6 に叩かれて図 9 中の反時計回りに回転する。

#### 【0048】

また、この状態では、他の電極 6 1 b、6 1 d、6 5 b および 6 5 d が、駆動回路 8 の発振回路 8 1 の入力側に導通される。これらの電極は、振動体 6 の駆動時に検出電極となり、通電された電極 6 1 b、6 1 d、6 5 b および 6 5 d と、補強板 6 3 との間に誘起される電圧（誘起電圧）を検出する。発振回路 8 1 は、検出された誘起電圧に基づいて、振動体 6 の振幅が最大、すなわち、検出電圧が最大になるような周波数（共振周波数）の交流電圧を出力する。これにより、被接触部 5 1 を効率良く移動させ得る利点がある。また、回転量制御回路 8 3 は、被接触部 5 1 の回転量が指示された目標値になるまで発振回路 8 1 および増幅回路 8 2 を作動させ、振動体 6 を駆動して被接触部 5 1 を回転させる。

#### 【0049】

一方、被接触部 5 1 を図 9 中の時計回り（逆方向）に回転させる場合には、スイッチ 9 を切り換えて、端子 9 3 と端子 9 7 とを接続すると共に、端子 9 5 と端子 9 8 とを接続する。すると、振動体 6 の電極 6 1 b、6 1 d、6 5 b および 6 5 d が、増幅回路 8 2 の出力側に導通される。これにより、被接触部 5 1 が図 9 中の反時計回りに回転する。また、この状態では、他の電極 6 1 a、6 1 c、6 5 a および 6 5 c が駆動回路 8 の発振回路 8 1 の入力側に導通され、検出電極として機能する。なお、これらの作用については、被接触部 5 1 を反時計回りに回転させる場合と同様なので、その記載を省略する。

#### 【0050】

この稼働装置 1 によれば、振動体 6 が薄型の板状形状を有するので、機器全体を薄型化し、また小型化できる利点がある。特に、電気光学機器の分野では、近年、薄型化および小型化に対する要請が極めて強く、当業者がこれに多額の研究開発費を投じる傾向にある。この点において、この振動体 6 により駆動部を構成された稼働装置 1 は、極めて有用である。また、振動体 6 が摩擦力（押圧力）により被接触部 5 1 を駆動するので、磁力により駆動されるモータと比較して、高い駆動トルクおよび効率を得られる利点がある。これにより、変速機構（減速機構）を介することなく、被接触部 5 1 を十分な力で駆動できる利点がある。

#### 【0051】

また、この稼働装置 1 によれば、振動体 6 の電気ノイズが、磁力により駆動されるモータと比較して極めて小さいので、電気ノイズにより周辺機器が受ける影響を低減できる利点がある。また、変速機構を要しないので、エネルギー損失が少ないという利点もある。



また、被接触部 51 を振動体 6 で直接駆動し、別途減速機構を設ける必要がないので、機器を軽量化、小型化および薄型化できる利点がある。また、これにより、構造を極めて簡素化できると共に、製品を容易に製造できるので、製造コストを低減できる利点がある。

#### 【0052】

また、この稼働装置 1 によれば、振動体 6 の面内振動を被接触部 51 の回転に直接変換できるので、変換に伴うエネルギー損失を低減して高い駆動効率を得られる利点がある。また、被接触部 51 の停止状態にて、振動体 6 の接触部 66 が摩擦接触状態にて被接触部 51 に付勢するので、被接触部 51 の回転を抑制して、被接触部 51 を停止位置に安定的に保持できる利点がある。また、単一の振動体 6 で被接触部 51 を正逆の両方向に駆動させ得るので、駆動方向毎に専用の振動体を設ける場合と比較して、部品点数を低減できる利点がある。

#### (第2実施形態)

次に、この稼働装置 1 の第2実施形態について説明する。

図10は、本発明の稼働装置の第2実施形態における振動体の斜視図であり、図11は、本発明の稼働装置の第2実施形態における回路構成を示すブロック図である。

以下、第2実施形態の稼働装置 1 について、前述した第1実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

#### 【0053】

第2実施形態の稼働装置 1 は、被接触部 51 を停止状態に維持、すなわち、被駆動体 5 を停止状態に維持する第1のモードと、被接触部 51 の回転を可能（被接触部 51 をフリー状態）、すなわち、被駆動体 5 の移動を可能（被駆動体 5 をフリー状態）にする第2のモードと、被接触部 51 を正方向に回転させる第3のモードと、被接触部 51 を逆方向に回転させる第4のモードとを有しており、各電極への通電パターンの選択により振動体 6 の振動パターンを変更して、第1のモードと、第2のモードと、第3のモードと、第4のモードとのいずれかを選択し得るよう構成されている。以下、具体的に説明する。

#### 【0054】

図10に示すように、振動体 6 は、圧電素子 62 の図10中上側に、板状の5つの電極 61a、61b、61c、61d および 61e が設置され、圧電素子 64 の図10中下側に、板状の5つの電極 65a、65b、65c、65d および 65e（図10中、電極 65a、65b、65c、65d および 65e は、図示せず、各符号のみを括弧内に示す）が設置されている。

すなわち、圧電素子 62 を4つの長方形の領域にはほぼ等しく分割（区分）し、分割された各領域に、それぞれ、長形状をなす電極 61a、61b、61c および 61d が設置され、同様に、圧電素子 64 を4つの領域に分割（区分）し、分割された各領域に、それぞれ、長形状をなす電極 65a、65b、65c および 65d が設置されている。

#### 【0055】

そして、圧電素子 62 の中央部に長形状をなす電極 61e が設置され、同様に、圧電素子 64 の中央部に長形状をなす電極 65e が設置されている。各電極 61e および 65e は、それぞれ、その長手方向（長辺の方向）と振動体 6 の長手方向（長辺の方向）とが略一致するように配置されている。これら電極 61e および 65e は、それぞれ、検出電極であり、電極 61e および 65e と、補強板 63 との間に誘起される電圧（誘起電圧）、すなわち、振動体 6 の振動の長手方向の成分（縦振動成分）により誘起される電圧（誘起電圧）の検出に用いられる。また、前記電極 61e および 65e は、それぞれ、第2のモードで用いられる。

#### 【0056】

なお、電極 61a、61b、61c、61d および 61e の裏側に、それぞれ、電極 65a、65b、65c、65d および 65e が配置されている。

一方の対角線上の電極 61a および 61c と、これらの裏側に位置する電極 65a および 65c とは、すべて電氣的に接続され、同様に、他方の対角線上の電極 61b および 61d と、これらの裏側に位置する電極 65b および 65d とは、すべて電氣的に接続され

ている。また、同様に、中央部の電極 61e と、この裏側に位置する電極 65e とは、電氣的に接続（以下、単に「接続」と言う）されている。

#### 【0057】

図 11 に示すように、第 2 実施形態の稼働装置 1 の通電回路 20 は、発振回路 81、増幅回路 82 および回転量制御回路 83 を備えた駆動回路 8 と、スイッチ 9 と、スイッチ 16 とを有している。

スイッチ 9 は、通電する電極と、振動検出手段として利用する電極とを切り替える切替手段であり、スイッチ 9 の切り替えにより、被接触部 51 の回転方向を切り替える。

#### 【0058】

このスイッチ 9 は、連動する 2 つのスイッチ部 91 および 92 を有しており、振動体 6 の電極 61d は、スイッチ部 91 の端子 97 に接続され、電極 61a は、スイッチ部 92 の端子 98 に接続されている。

そして、スイッチ部 91 の端子 93 およびスイッチ部 92 の端子 96 は、それぞれ、駆動回路 8 の増幅回路 82 の出力側に接続されており、増幅回路 82 から各端子 93 および 96 に、それぞれ交流電圧が印加されるようになっている。

#### 【0059】

また、振動体 6 の補強板 63 は、アース（接地）されている。

また、スイッチ部 91 の端子 94 およびスイッチ部 92 の端子 95 は、それぞれ、駆動回路 8 の発振回路 81 の入力側に接続されている。

スイッチ 16 は、連動する 2 つのスイッチ部 161 および 162 を有している。

スイッチ部 161 の端子 163 は、スイッチ 9 の端子 94 および 95 に接続されており、端子 164 は、振動体 6 の電極 61e に接続されている。

#### 【0060】

そして、スイッチ部 161 の端子 167 は、駆動回路 8 の発振回路 81 の入力側に接続されている。

また、スイッチ部 162 の端子 166 は、スイッチ 9 の端子 98 および振動体 6 の電極 61a に接続されており、端子 168 は、スイッチ 9 の端子 97 および振動体 6 の電極 61d に接続されている。

なお、駆動回路 8 については、前述した第 1 実施形態と同様であるので、説明を省略する。

#### 【0061】

次に、各モードについて説明する。

第 1 のモードでは、振動体 6 に対し、励振しない。すなわち、振動体 6 のいずれの電極へも通電しない。この場合は、振動体 6 の接触部 66 が被接触部 51 に圧接し、接触部 66 と被接触部 51 との摩擦力により、被接触部 51 を停止状態に維持し、これにより、被駆動体 5 を停止状態に維持することができる。すなわち、被駆動体 5 が移動するのを阻止し、被駆動体 5 を所定の位置に保持することができる。

#### 【0062】

また、第 2 のモードでは、被接触部 51 の外周面 511 における接触部 66 の当接位置での接線に対して略垂直な方向の振動を励振する。すなわち、振動体 6 の両対角線上の電極 61a、61b、61c、61d、65a、65b、65c および 65d に通電し、これらの電極 61a、61b、61c、61d、65a、65b、65c および 65d と、補強板 63 との間に、交流電圧を印加する。これにより、振動体 6 は、長手方向（長辺の方向）に繰り返し伸縮、すなわち、長手方向に微小な振幅で振動（縦振動）する。換言すれば、振動体 6 の接触部 66 は、長手方向（長辺の方向）に振動（往復運動）する。

#### 【0063】

被接触部 51 は、振動体 6 が収縮するとき、接触部 66 から離間してその接触部 66 との間の摩擦力が無くなるか、または、前記摩擦力が減少し、フリー状態となり、図 11 中の反時計回りおよび時計回りのいずれの方向にも自由に回転することができ、これにより、被駆動体 5 は、自由に移動することができる。一方、振動体 6 が伸張するときは、被



接触部 51 は、接触部 66 から押圧力を受けるが、その方向は、前記接線に対して略垂直な方向であるので、被接触部 51 は、図 11 中の反時計回りおよび時計回りのいずれの方向にも回転せず、被駆動体 5 は、移動しない。

#### 【0064】

従って、振動体 6 の振動により、被接触部 51、すなわち、被駆動体 5 は、フリー状態となり、両方向に自由に移動することができる。

また、第 3 のモードでは、少なくとも被接触部 51 の回転方向正方向の振動変位成分（図 4 に示す周方向成分 S2）を有する振動を励振する。すなわち、振動体 6 の対角線上に位置する電極 61a、61c、65a および 65c に通電し、これらの電極 61a、61c、65a および 65c と、補強板 63 との間に、交流電圧を印加する。これにより、第 1 実施形態で述べたように、被接触部 51 は、図 11 中の反時計回り（正方向）に回転する。この際、振動体 6 の対角線上に位置する通電されていない電極 61b、61d、65b および 65d は、振動体 6 の振動を検出する振動検出手段として利用される。

#### 【0065】

また、第 4 のモードでは、少なくとも被接触部 51 の回転方向逆方向の振動変位成分（図 5 に示す周方向成分 S2）を有する振動を励振する。すなわち、振動体 6 の対角線上に位置する電極 61b、61d、65b および 65d に通電し、これらの電極 61b、61d、65b および 65d と、補強板 63 との間に、交流電圧を印加する。これにより、第 1 実施形態で述べたように、被接触部 51 は、図 11 中の時計回り（逆方向）に回転する。この際、振動体 6 の対角線上に位置する通電されていない電極 61a、61c、65a および 65c は、振動体 6 の振動を検出する振動検出手段として利用される。

#### 【0066】

次に、図 11 に基づいて、稼働装置 1 の作用を説明する。

電源スイッチがオンの状態において、被接触部 51（被駆動体 5）の停止／フリーの指示や、被接触部 51 の回転方向および回転量（被接触部 51 の回転回数や回転角度）の指示があると、それに基づいて、スイッチ 9、16 および駆動回路 8 の回転量制御回路 83 が作動する。すなわち、前記第 1 のモード、第 2 のモード、第 3 のモードおよび第 4 のモードのいずれかに設定される。

#### 【0067】

被接触部 51 を図 11 中の反時計回り（正方向）に回転させる旨の指示（第 3 のモード）の場合には、スイッチ 16 の端子 163 と端子 167 とが接続し、端子 165 と端子 168 とが接続するようにスイッチ 16 が切り替わるとともに、スイッチ 9 の端子 94 と端子 97 が接続し、端子 96 と端子 98 が接続するようにスイッチ 9 が切り替わる。これにより、駆動回路 8 の増幅回路 82 の出力側と、振動体 6 の電極 61a、61c、65a および 65c とが導通し、振動体 6 の電極 61b、61d、65b および 65d と、駆動回路 8 の発振回路 81 の入力側とが導通する。

#### 【0068】

駆動回路 8 の発振回路 81 および増幅回路 82 は、それぞれ、回転量制御回路 83 により制御される。

発振回路 81 から出力される交流電圧は、増幅回路 82 で増幅され、電極 61a、61c、65a および 65c と、補強板 63 との間に印加される。これにより、前述したように、振動体 6 の電極 61a、61c、65a および 65c に対応する部分がそれぞれ繰り返し伸縮し、振動体 6 の接触部 66 が、図 4 の矢印 b で示す斜めの方向に振動（往復運動）、または、矢印 c で示すように、楕円振動（楕円運動）し、被接触部 51 は、振動体 6 の電極 61a、61c、65a および 65c に対応する部分が伸長するときに接触部 66 から摩擦力（押圧力）を受け、この繰り返しの摩擦力（押圧力）によって、図 1 中の反時計回り（正方向）に回転する。

#### 【0069】

そして、前記被接触部 51 とともに被接触部 51 が図 1 中の反時計回り（正方向）に回転し、これにより、被駆動体 5 が運動する。

この際、通電されていない（駆動していない）各電極 61b、61d、65b および 65d は、それぞれ、検出電極となり、電極 61b、61d、65b および 65d と、補強板 63 との間に誘起される電圧（誘起電圧）の検出に用いられる。

#### 【0070】

前記検出された誘起電圧（検出電圧）は、発振回路 81 へ入力され、発振回路 81 は、その検出電圧に基づいて、振動体 6 の振幅が最大、すなわち、検出電圧が最大になるような周波数（共振周波数）の交流電圧を出力する。これにより、被駆動体 5 を効率良く移動させることができる。

また、回転量制御回路 83 は、指示された被接触部 51 の回転量（目標値）に基づいて、各電極への通電を制御する。

すなわち、回転量制御回路 83 は、被接触部 51 の回転量が、指示された被接触部 51 の回転量（目標値）になるまで発振回路 81 および増幅回路 82 を作動させ、振動体 6 を駆動し、被接触部 51 を回転させる。

#### 【0071】

前記と逆に、被接触部 51 を図 11 中の時計回り（逆方向）に回転させる旨の指示（第 4 のモード）の場合には、図 11 に示すように、スイッチ 16 の端子 163 と端子 167 とが接続し、端子 165 と端子 168 とが接続するようにスイッチ 16 が切り替わるとともに、スイッチ 9 の端子 93 と端子 97 が接続し、端子 95 と端子 98 が接続するようにスイッチ 9 が切り替わる。これにより、駆動回路 8 の増幅回路 82 の出力側と、振動体 6 の電極 61b、61d、65b および 65d とが導通し、振動体 6 の電極 61a、61c、65a および 65c と、駆動回路 8 の発振回路 81 の入力側とが導通する。以降の動作は、前記被接触部 51 を図 11 中の反時計回りに回転させる旨の指示の場合と同様であるので、その説明は省略する。

#### 【0072】

また、被接触部 51 を停止状態に維持する指示、すなわち、被駆動体 5 を停止状態に維持する指示（第 1 のモード）の場合には、図 11 に示すように、スイッチ 16 の端子 163 と端子 167 とが接続し、端子 165 と端子 168 とが接続するようにスイッチ 16 が切り替わる。

そして、回転量制御回路 83 は、発振回路 81 および増幅回路 82 を作動させない。すなわち、振動体 6 のいずれの電極へも交流電圧を印加しない。

#### 【0073】

被接触部 51 には、振動体 6 の接触部 66 が圧接（当接）し、接触部 66 と被接触部 51 との摩擦力により、被接触部 51 が停止状態に維持され、これにより、被駆動体 5 が停止状態に維持される。すなわち、被駆動体 5 が移動するのが阻止され、被駆動体 5 は、所定の位置に保持される。

なお、第 1 のモードの場合には、振動体 6 のいずれの電極へも交流電圧を印加しなければ、スイッチ 9 および 16 は、それぞれ、どのように切り替わっていてもよい。

#### 【0074】

また、被接触部 51 をフリー状態にする指示、すなわち、被駆動体 5 をフリー状態にする指示（第 2 のモード）の場合には、スイッチ 16 の端子 164 と端子 167 とが接続し、端子 166 と端子 168 とが接続するようにスイッチ 16 が切り替わる。これにより、駆動回路 8 の増幅回路 82 の出力側と、振動体 6 の電極 61a、61b、61c、61d、65a、65b、65c および 65d とが導通し、振動体 6 の電極 61e および 65e と、駆動回路 8 の発振回路 81 の入力側とが導通する。

#### 【0075】

発振回路 81 から出力される交流電圧は、増幅回路 82 で増幅され、電極 61a、61b、61c、61d、65a、65b、65c および 65d と、補強板 63 との間に印加される。これにより、前述したように、振動体 6 の接触部 66 が、長手方向に振動（往復運動）し、被接触部 51、すなわち、被駆動体 5 は、フリー状態となり、両方向に自由に移動することができる。

## 【0076】

この際、各電極61eおよび65eからは、それぞれ、電極61eおよび65eと、補強板63との間に誘起される電圧（誘起電圧）が検出される。その検出された誘起電圧（検出電圧）は、発振回路81へ入力され、発振回路81は、その検出電圧に基づいて、振動体6の縦振動の振幅が最大、すなわち、検出電圧が最大になるような周波数の交流電圧を出力する。これにより、被接触部51をより円滑に回転、すなわち、被駆動体5をより円滑に移動させることができる。

なお、第2のモードの場合には、スイッチ9は、どのように切り替わっていてもよい。

## 【0077】

この第2実施形態の稼働装置1によれば、前述した第1実施形態と同様の効果が得られる。

そして、この稼働装置1では、被接触部51（被駆動体5）の停止状態を維持する状態、すなわち高摩擦状態と、被接触部51の回転（被駆動体5の移動）を可能（被接触部51や被駆動体5をフリー状態）にする状態、すなわち低摩擦状態と、被接触部51を正方向へ回転させる状態と、被接触部51を逆方向へ回転させる状態との4状態のうちから、任意の状態を選択することができるので、汎用性が広い。

## 【0078】

なお、前述の振動体6においては、駆動するための電極を4分割して駆動する場合について説明したが、それは、縦振動と屈曲振動を選択的に励振するための一例を示したのであり、本発明では、前述の振動体6の構造や駆動の方法に限定されるものではない。

また、本発明では、前記第3のモードまたは第4のモードが省略され、被接触部51が一方向にのみ回転するように構成されていてもよく、この場合も単一の振動体6で被駆動体5を、往復運動、すなわち、両方向に移動させることができる。

## 【0079】

（第3実施形態）

次に、本発明の稼働装置の第3実施形態について説明する。

図12は、本発明の稼働装置の第3実施形態にかかる振動体を示す斜視図である。なお、以下の説明では、図12中の上側を「上」、下側を「下」、右側を「右」、左側を「左」と言う。

## 【0080】

以下、第3実施形態の稼働装置1について、前述した第1、第2実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

第3実施形態の稼働装置1は、第2実施形態にて記載した第1～第4のモードに加えて、さらに、縦振動および屈曲振動が複合される第5のモードおよび第6のモードを備える点に特徴を有する。これらのモードは、第1～第4のモードと同様に、各電極61a～61d、61f、65a～65d、65fへの通電パターンの変更により任意に選択され得る。

## 【0081】

この稼働装置1の振動体6は、第2実施形態の検出電極61e、65eに代えて、圧電素子62の図12中上側に電極61fを備え、また、図12中下側に電極65fを備える。これらの電極61f、65fは、長方形の板状形状を有すると共に振動体6の長手方向の長さと同寸法を有し、振動体6の長手方向に沿って、その中央部に配置される。また、電極61fおよび電極65fは、振動体6の表裏にて電氣的に接続され、他の電極61a～61d、65a～65dと同様に通電回路20側に電氣的に接続される（図示省略）。

## 【0082】

図13は、図12に示す稼働装置における振動体が振動する様子を示す平面図である。

この稼働装置1において、第5のモードでは、振動体6の対角線上に位置する電極61b、61d、65bおよび65dが通電され、これらの電極と補強板63との間に交流電圧が印加される。すると、これらの電極に対応する振動体6の部分がそれぞれ繰り返し伸

縮し、振動体 6 全体が屈曲二次振動する。この屈曲二次振動により、振動体 6 の接触部 6 6 が、図 1 3 中の矢印 b で示す斜め方向に振動（往復運動）し、または、矢印 c で示すように楕円振動（楕円運動）する。これにより、被接触部 5 1 が、接触部 6 6 から繰り返し摩擦力（押圧力）を受けて、図 1 3 中の反時計回りに回転する。

#### 【0083】

また、この第 5 のモードでは、さらに、振動体 6 の中央部の電極 6 1 f および 6 5 f が通電され、圧電素子 6 2、6 4 が、電極 6 1 f および 6 5 f の設置位置にて、高速かつ反復的に部分的に伸縮する。すると、振動体 6 が、長手方向の中心線上にて、長手方向に沿った部分的な微小振動を行う。これを縦一次振動という。この縦一次振動により、接触部 6 6 は、振動体 6 の長手方向に押圧力を増加され、強い押圧力にて被接触部 5 1 に付勢する。これにより、屈曲二次振動のみにより振動体 6 を駆動する場合と比較して、高い駆動力を得られる利点がある。

#### 【0084】

なお、この第 5 モードにおいて、通電されていない電極 6 1 b、6 1 d、6 5 b および 6 5 d は、振動体 6 の振動を検出する振動検出手段として機能する。これらの電極は、振動体 6 の駆動時にて、通電された電極 6 1 a、6 1 c、6 1 f、6 5 a、6 5 c および 6 5 f と、補強板 6 3 との間に誘起される電圧（誘起電圧）を検出して、発振回路 8 1 に入力する。発振回路 8 1 は、検出された誘起電圧に基づいて、振動体 6 の振幅が最大、すなわち、誘起電圧が最大になるような周波数（共振周波数）の交流電圧を出力する。これにより、被接触部 5 1 を効率良く移動させ得る利点がある。なお、これらの通電されていない電極の作用は、第 1 実施形態と同様である。

#### 【0085】

図 1 4 は、図 1 2 に記載した振動体が振動する様子を示す平面図である。

この稼働装置 1 において、第 6 のモードでは、振動体 6 の対角線上に位置する電極 6 1 b、6 1 d、6 5 b および 6 5 d、並びに、振動体 6 の中央部の電極 6 1 f および 6 5 f が通電される。そして、振動体 6 が第 5 のモードとは対称に振動し、被接触部 5 1 を図 1 4 中の時計回りに回転させる。これにより、逆方向の回転についても、高い駆動力を得られる利点がある。

#### 【0086】

なお、この第 6 モードにおいて、通電されていない電極 6 1 a、6 1 c、6 5 a および 6 5 c は、振動体 6 の振動を検出する振動検出手段として機能する。これらの電極は、振動体 6 の駆動時にて、通電された電極 6 1 b、6 1 d、6 1 f、6 5 b、6 5 d および 6 5 f と、補強板 6 3 との間に誘起される電圧（誘起電圧）を検出して、発振回路 8 1 に入力する。発振回路 8 1 は、検出された誘起電圧に基づいて、振動体 6 の振幅が最大、すなわち、誘起電圧が最大になるような周波数（共振周波数）の交流電圧を出力する。これにより、被接触部 5 1 を効率良く移動させ得る利点がある。なお、これらの通電されていない電極の作用は、第 1 実施形態と同様である。

#### 【0087】

ここで、図 1 2 に示すように、振動体 6 の本体部の、交流電圧の印加により伸縮する方向（伸縮方向）である長手方向の寸法（接触部 6 6 の突出方向にかかる本体部の寸法）、すなわち長辺の長さ寸法を、長さ寸法 L（以下、単に寸法 L とも言う）とし、振動体 6 の本体部の長手方向に対して略垂直な方向の寸法（接触部 6 6 の突出方向に対して略垂直な方向にかかる本体部の寸法）、すなわち短辺の長さ寸法を、幅寸法 A（以下、単に寸法 A とも言う）としたとき、その長さ寸法 L と幅寸法 A との比（ $L/A$ ）は、特に限定されないが、長さ寸法 L と幅寸法 A との比（ $L/A$ ）は、2～5 程度が好ましく、3～4 程度がより好ましく、3.54 程度が特に好ましい。上記条件では、縦一次振動と屈曲二次振動の共振周波数の関係が適正となり、良好な駆動効率を得ることが出来る。

#### 【0088】

なお、この稼働装置 1 において、振動体 6 の振動モードは、上記第 1～第 6 のモードに限定されず、当業者自明の範囲内にて任意の振動モードを採用してもよい。例えば、図 1

2に記載した振動体6において、(1)電極61f、65fのみに交流電圧を印加して、振動体6に縦一次の振動を励起してもよいし、(2)電極61a～61f、65a～65fのすべてに交流電圧を印加し、かつ所定の電極に対する電圧の印加タイミングをずらし、振動体6に縦一次および屈曲三次の複合振動を励起してもよい。

、【0089】

図17は、図12に記載した振動体の電気的特性を示すグラフである。同図では、横軸に振動体6の駆動時における振動周波数[Hz]をとり、縦軸に振動体6が被接触部51を押圧していないときの圧電素子62、64のインピーダンス[Ω]をとる。

図17に示すように、この振動体6は、縦一次振動の共振周波数 $f_1$ と、屈曲二次の共振周波数 $f_2$ とを有する。これらの共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ では、いずれもインピーダンスが極小値をとる。ここで、これらの共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ は、振動体6固有の周波数である。共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ は、振動体6の形状や大きさ、接触部66の位置等の選択により、任意に設計変更可能である。この振動体6では、共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ が相互に近接するように設定される。例えば、この振動体6では、屈曲二次振動の共振周波数 $f_2$ が、縦一次振動の共振周波数 $f_1$ に対して、例えば、約1[%]～2[%]程度大きい。この構成において、これらの近傍の周波数、特に、これらの共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の間の周波数にて振動体6を駆動すると、縦一次振動および屈曲二次振動の双方の複合振動が得られる。また、この複合振動は、縦一次振動および屈曲二次振動の双方の共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ に近いので、双方の駆動特性を顕著に有する。これにより、振動体6の駆動状態にて、縦一次振動および屈曲二次振動の双方の駆動特性を効率的に得られる利点がある。

【0090】

また、この振動体6では、これらの共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ が、相互に異なる数値となるように設定される(図17参照)。すると、押圧状態では、共振点近傍にて圧電素子62、64のインピーダンス変化が鈍くなり、縦一次振動の共振周波数 $f_1$ と屈曲二次振動の共振周波数 $f_2$ の際目が不明瞭となる。また、これらの共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の近傍にて、特に、共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の間の周波数にて、インピーダンスの値が低い周波数帯を幅広く形成できる。これにより、広い周波数帯にて縦一次振動および屈曲二次振動を結合した励振を行えると共に、駆動時の投入電力を安定化できる利点がある。

【0091】

また、この稼働装置1では、振動体6が、縦一次振動の共振周波数 $f_1$ と、屈曲二次振動の共振周波数 $f_2$ との間の振動周波数(駆動周波数)にて駆動される。この場合、振動体6の駆動周波数を縦一次振動の共振周波数 $f_1$ に近づけると、押圧力を増す方向の振動振幅が大きくなるので、振動体6の接触部66と被接触部51との間の摩擦力が増加して、駆動力が高くなる(高駆動力型となる)。また、振動体6の駆動周波数を屈曲二次振動の共振周波数 $f_2$ に近づけると、振動体6の振動変位の内、被接触部51の回転方向の成分が大きくなるので、単位回数あたりの被接触部51の回転量が増加して、駆動速度(回転速度)が高くなる(高速型となる)。このように、縦一次振動の共振周波数 $f_1$ と、屈曲二次振動の共振周波数 $f_2$ とをずらすと共に、これらの共振周波数 $f_1$ 、 $f_2$ 間の周波数帯にて駆動周波数を適宜設定(選択)することにより、例えば、駆動力や駆動速度に関して、任意の駆動特性を得られる利点がある。

【0092】

また、この振動体6では、屈曲二次振動の共振周波数 $f_2$ が、縦一次振動の共振周波数 $f_1$ よりも、 $f_1$ の0.5[%]～3[%]程度大きいのが好ましく、1[%]～2[%]程度大きいのがより好ましい。

屈曲二次振動の共振周波数 $f_2$ と縦一次振動の共振周波数 $f_1$ との差を前記範囲内に設定することにより、押圧状態で縦一次振動と屈曲二次振動が同時に起きる(結合する)ので摩擦力と駆動力とが同時に得られ、良好な駆動特性が得られる。

【0093】

なお、これに限らず、縦一次振動の共振周波数 $f_1$ の方が、屈曲二次振動の共振周波数 $f_2$ より大きくてもよい。この場合、縦一次振動の共振周波数 $f_1$ は、屈曲二次振動の共

振周波数  $f_2$  よりも、 $f_2$  の 0.5 [%] ~ 3 [%] 程度大きいのが好ましく、1 [%] ~ 2 [%] 程度大きいのがより好ましい。さらに、より大きな電力を投入し、大きな機械的出力を得るためには、駆動周波数において、インピーダンスを下げるのが好ましい。

また、この振動体 6 では、屈曲二次振動の共振周波数  $f_2$  におけるインピーダンスの方が、縦一次振動の共振周波数  $f_1$  におけるインピーダンスより大きく、また、共振周波数  $f_1$ 、 $f_2$  間にて、インピーダンスが極大となる周波数  $f_3$  を有する。そして、振動体 6 は、この縦一次振動の共振周波数  $f_1$  と、屈曲二次振動の共振周波数  $f_2$  との間の所定の駆動周波数にて駆動されるのが好ましく、 $f_3$  と  $f_2$  の間の所定の駆動周波数にて駆動されるのがより好ましい。これにより、振動体 6 の駆動時に縦振動と屈曲振動の振動位相をずらして励振することができる。したがって、接触部 66 を楕円軌道 c (図 7 および図 8 参照) に沿って振動させることができ、振動体 6 から被接触部 51 に対し、被接触部 51 を引き戻す力を与えることなく、効率良く力を与えることができる。

#### 【0094】

なお、上記のように共振周波数  $f_1$ 、 $f_2$  を異ならせたり、近接させたりする構成は、他の第 1 実施形態および第 2 実施形態にて適用してもよい。これにより、同様の効果を得られる利点がある。

なお、この第 3 実施形態の稼働装置 1 では、各圧電素子 62、64 上にそれぞれ 5 枚の電極 61a ~ 61d、61f、65a ~ 65d、65f を配置して、被接触部 51 の正転および反転の双方向駆動を実現する (図 6 ~ 図 9 参照)。しかし、これに限らず、被接触部 51 を一方方向にのみ回転させる場合には、振動体 6 をより簡素な構成としてもよい。

#### 【0095】

図 15 は、図 12 に記載した振動体の変形例を示す斜視図である。この振動体 6 は、図 12 に記載した振動体 6 と比較して、電極 61a、61c、61f に代えて、これらを結合した単一の電極 61g をこれらが配置された位置と同じ位置に設ける。また、電極 65a、65c、65f に代えて、これらを結合した単一の電極 65g (図示省略。各符号のみを括弧内に示す。) をこれらが配置された位置と同じ位置に設ける。また電極 61d を 65d とは独立に設ける。そして、他の電極 61b、65b、65d を省略する点に特徴を有する。

#### 【0096】

図 16 は、図 15 に記載した振動体が振動する様子を示す平面図である。この振動体 6 では、これらの単一電極 61g、65g が通電され、これらが配置された部分にて圧電素子 62、64 が高速かつ反復的に伸縮する (図 16 参照)。すると、電極 61g、65g の部分のうち、電極 61a、61c、65a、65c に対応する部分の伸縮により、第 5 モードの作用と同様に屈曲二次振動が発生する。また、電極 61g、65g の部分のうち、電極 61f、65f に対応する部分の伸縮により、第 5 モードの作用と同様に縦一次振動が発生する。これにより、縦一次振動と屈曲二次振動との複合振動が発生して、第 5 モードの作用と同様の作用により、被接触部 51 が図 16 中の反時計回りに回転する。

#### 【0097】

電極 61d は不図示の駆動回路 8 の発振回路 81 と接続し、発振周波数を適正な値に保つために使用される。

なお、この振動体 6 では、被接触部 51 の駆動方向は、この一方方向のみである。この振動体 6 によれば、図 12 に記載した振動体 6 と比較して、電極の数を低減できるので、製品の構造を簡素化できると共に製品の製造工程を短縮化できる利点がある。また、一方方向のみの駆動なので通電回路 20 のスイッチ 9 を省略でき、これにより、製品をより簡素化できる利点がある。

#### 【0098】

また、電極 61b、61d、61f に代えて、これらを結合した単一の電極 61 (図示省略) を、これらが配置された位置と同じ位置に設ける。また、電極 65b、65d、65f に代えて、これらを結合した単一の電極 (図示省略) をこれらが配置された位置と同じ位置に設け、他の電極 61a、61c、65a、65c を省略してもよい。この場合は



、被接触部 51 は、前記と逆方向（図 16 中の時計回り）に回転する。

#### 【0099】

（第 4 実施形態）

次に、本発明の稼働装置 1 の第 4 実施形態について説明する。

図 18 は、本発明の稼働装置の第 4 実施形態を示す平面図である。

以下、第 4 実施形態の稼働装置 1 について、前述した第 1 実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

#### 【0100】

上記した第 1 実施形態の稼働装置 1 では、接触部 66 が振動体 6 の一短辺の中央に配置される。しかし、接触部 66 の位置は、これに限定されない。例えば、図 18 に示すように、接触部 66 が、振動体 6 の短辺の中央からずれた位置、すなわち、振動体 6 の長手方向の中心線上から外れた位置に設けられてもよい。かかる構成では、（1）接触部 66 の設置位置の偏りにより振動体 6 の重量にアンバランス、（2）振動体 6 を駆動する電極 61a～61f、65a～65f の配置のアンバランス、（3）被駆動体からの反力が振動体 6 の中心線から外れて作用することによるアンバランス等が生じる。すると、通電により振動体 6 が伸縮したときに、縦振動および屈曲振動の複合振動が振動体 6 に容易に誘発される。これにより、振動体 6 の駆動効率を高められる利点がある。

#### 【0101】

ここで、上記（3）の理由からすれば、接触部 66 は図 10 のように短辺全体に突出していても振動体 6 の中心線に対し被接触部 51 の中心がずれていれば同等な効果があるので、本発明には、それも含まれる。

同様に、接触部 66 が短辺の中央部で突出していても振動体 6 の中心線と被接触部 51 の中心がずれていれば同等であり、複合振動が誘発される。従って、本発明には、それも含まれる。

#### 【0102】

以下、図 20 および図 21 に基づいてさらに説明する。

上記（1）～（3）の作用はそれぞれに独立したものであるので、自由に組み合わせることができる。例えば図 20 に示すように、振動体 6 の短辺全てにわたって設けられた接触部 66 に対して振動体 6 の中心線からずれた位置で被接触部 51 と接触させる構成とすることで、上記（2）と（3）の作用により縦振動および屈曲振動の複合振動を振動体 6 に誘発させ、駆動効率の向上を図ることが出来る。

#### 【0103】

また、同様に図 21 に示すように、台形状の本体部を有する振動体 6 に対しても、長手方向の中心線からずれた位置に接触部 66 を設け、被接触部 51 と接触させる事で、被駆動体からの反力を振動体 6 の中心線から外れて作用させ、振動体 6 の長手方向と直行する方向の変位を発生させることが可能となり、駆動効率が向上する。

なお、この第 4 実施形態において、単一の電極 61、65 を圧電素子 62、64 の全面にそれぞれ設けた構成とすることも可能である。図 19 は、図 18 に記載した振動体の変形例を示す斜視図である。かかる構成によっても、上記振動体 6 のアンバランスにより縦振動および屈曲振動の複合振動が誘発されるので、簡易な電極構成で被接触部 51 を効率良く駆動できる利点がある。

#### 【0104】

図 42 は、図 19 に記載した振動体の変形例を示す斜視図である。同図に示すように、振動体 6 は、その補強板 63 の一方の面（片側）に、圧電素子 62 を設け、単一の電極 61 を圧電素子 62 の全面に設けた構成とすることも可能である。

かかる構成によっても、上記振動体 6 のアンバランスにより縦振動および屈曲振動の複合振動が誘発されるので、簡易な電極構成で被接触部 51 を効率良く駆動できる利点がある。

#### 【0105】

また、圧電素子 62 および電極 61 が補強板 63 の一方の面（片側）のみに設けられる

ので、構造が簡易であり、振動体 6 の厚みを薄くすることができ、また、コストを低減することができる利点がある。

また、この圧電素子 62 および電極 61 を補強板 63 の一方の面（片側）のみに設ける構成は、前述した種々の構成の振動体（超音波モータ）や後述する種々の構成の振動体に適用することができる。また、接触部 66 の形状、数、位置や、電極の形状、数、位置等は、特に限定されない。

#### 【0106】

すなわち、本発明では、振動体 6 は、接触部 66 および腕部 68 を一体的に形成された補強板 63 上（補強板 63 の一方の面側）に、交流電圧の印加により伸縮する圧電素子 62 を設けた構造（平面構造）としてもよい。

また、このような補強板 63 の一方の面（片側）のみに圧電素子 62 を設けた振動体 6 は、前述した各実施形態や後述する各実施形態に適用することができる。

#### 【0107】

（第 5 実施形態）

図 22 は、本発明の稼働装置の第 5 実施形態における超音波モータを示す平面図である。なお、以下の説明では、図 22 中の上側を「上」、下側を「下」、右側を「右」、左側を「左」と言う。

以下、第 5 実施形態の稼働装置 1 について、前述した第 1 実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

#### 【0108】

同図に示すように、第 5 実施形態の稼働装置 1（超音波モータ）では、その振動体 6 の補強板 63 に、弾性（可撓性）を有する 1 対（2 つ）の腕部 68 が一体的に形成されている。

1 対の腕部 68 は、補強板 63 の長手方向（図 22 中上下方向）ほぼ中央に、長手方向とほぼ垂直な方向であって、かつ、補強板 63（振動体 6）を介して互いに反対方向に突出するように（図 22 中左右対称に）設けられている。

#### 【0109】

この第 5 実施形態の稼働装置 1 によれば、前述した第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

そして、この稼働装置 1 では、振動体 6 に 1 対の腕部 68 が設けられているので、支持に対する剛性が高まり、駆動の反力等の外力に対しても安定した支持ができる。さらに、左右対称になるので、図 22 中時計回り（右方向）の駆動特性と図 22 中反時計回り（左方向）の駆動特性への影響を均一化でき、正逆方向の特性が等しいものを実現することができる。

また、この第 5 実施形態に、前述した第 2 ～ 第 4 実施形態を適用することができ、例えば、第 3 実施形態を適用することが好ましい。

#### 【0110】

（第 6 実施形態）

次に、本発明の稼働装置 1 の第 6 実施形態について説明する。

以下、第 6 実施形態の稼働装置 1 について、前述した第 1 実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

上記第 1 実施形態の稼働装置 1 では、振動体 6 により円柱形状の被接触部 51 を有する被駆動体 5 を駆動した。しかし、これに限らず、振動体 6 により他の形状、構造を有する被駆動体 5 を駆動するよう構成してもよい。例えば、この稼働装置 1 の被駆動体 5 は、円柱形状の被接触部 51 であるが、これに限られず、円筒形状、断面扇形状、断面円弧形状等を有する回転構造物であってもよい（図示省略）。

#### 【0111】

（第 7 実施形態）

図 23 は、この発明の第 7 実施形態にかかる稼働装置を示す要部断面図である。同図において、上記した実施形態の稼働装置と同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明



を省略する。この稼働装置 1 は、第 1 実施形態の稼働装置 1 と比較して、振動体 6 の構成および配置を工夫した点に特徴を有する（図 6 参照）。第 1 実施形態の稼働装置 1 では、振動体 6 が、その短辺の略中央に接触部 6 6 を有する。そして、被接触部 5 1 が、振動体 6 の長手方向の延長線上に配置される（図 3 参照）。かかる構成は、稼働装置 1 の厚みを小さくできる点で好ましい。一方、この第 7 実施形態の稼働装置 1 では、振動体 6 が、その長辺の端部に接触部 6 6 を有する。そして、被接触部 5 1 が、振動体 6 の側方、すなわち長手方向の延長線上から外れた位置に配置される（図 2 3 参照）。これにより、振動体 6 と被接触部 5 1 とを稼働装置 1 の厚み方向に対して平面的に重ねて配置できる（振動体 6 と被接触部 5 1 とが平面視で重なる位置に配置される）ので、稼働装置 1 の幅を小さくできる利点がある。なお、振動体 6 および被接触部 5 1 の配置構成について、第 1 実施形態および第 7 実施形態のいずれの配置構成を採用するかは、稼働装置 1 の設置位置や使用目的に応じて、当業者自明の範囲内で適宜選択して良い。

#### 【0112】

##### （第 8 実施形態）

図 2 4 は、この発明の第 8 実施形態にかかる稼働装置を示す要部断面図である。同図において、上記した実施形態の稼働装置と同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。この稼働装置 1 は、第 1 実施形態の稼働装置 1 と比較して、被駆動体 5 が減速機構を有する点に特徴を有する（図 6 参照）。この減速機構は、小歯車 5 3 および大歯車 5 4 から成り、これらを被接触部 5 1 と被駆動体 5 との間に介在させて構成される。小歯車 5 3 は、被接触部 5 1 の回転軸と同軸上に配置され、被接触部 5 1 に対して固定設置される。小歯車 5 3 および被接触部 5 1 は、軸 5 5 を介してフレーム 4 の内壁面に回転可能に設置される。小歯車 5 3 は、大歯車 5 4 と噛み合う。大歯車 5 4 は、被駆動体 5 の回転軸と同軸上に配置され、被駆動体 5 の箱型部の側面上に固定設置される。大歯車 5 4 と被駆動体 5 とは、軸 5 2 を介してフレーム 4 の内壁面に回転可能に設置される。

#### 【0113】

図 2 5 は、図 2 4 に記載した稼働装置の動作を示す説明図である。この稼働装置 1 では、振動体 6 が外部の通電回路 2 0 から高周波電流を印加されて振動すると、被接触部 5 1 が振動体 6 の接触部 6 6 に叩かれて回転する。すると、小歯車 5 3 が被接触部 5 1 と共に回転して大歯車 5 4 に動力を伝え、大歯車 5 4 が小歯車 5 3 よりも遅い速度で回転する。すると、被駆動体 5 が、大歯車 5 4 と共に回転して、その光学系 2 の撮像方向が変更される。この稼働装置 1 によれば、減速機構により被駆動体 5 を大きなトルクで駆動できる利点がある。また、被駆動体 5 および被接触部 5 1 の間に介在する歯車 5 3、5 4 の配置や大きさを変更することにより、被駆動体 5 に対する振動体 6 の配置を任意に変更できる利点がある。これにより、振動体 6 の配置の自由度を高められる。

#### 【0114】

##### （第 9 実施形態）

図 2 6 は、この発明の第 9 実施形態にかかる稼働装置を示す斜視図である。図 2 7 は、図 2 6 に記載した稼働装置を示す平面図である。図 2 8 は、図 2 7 に記載した稼働装置を示す B-B 視断面図である。これらの図において、上記した実施形態の稼働装置と同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。この稼働装置 1 は、第 1 実施形態の稼働装置 1 と比較して、2 重構造のフレーム 4 A、4 B によりパン・チルト機構を実現する点に特徴を有する（図 6 参照）。すなわち、この稼働装置 1 は、被駆動体 5 を収容する第 1 フレーム 4 A と、この第 1 フレーム 4 A を収容する第 2 フレーム 4 B とを有する。以下、第 1 フレームにかかる各構成要素には符号 A を付記し、第 2 フレームにかかる各構成要素には符号 B を付記する（「第 1」および「第 2」の記載を省略する場合もある）。

#### 【0115】

この稼働装置 1 の第 1 フレーム 4 A は、被駆動体 5 の回転軸に対して直行する側の壁面の外周に、被接触部 5 1 B および軸 5 2 B、5 2 B を有する（図 2 7 参照）。第 1 フレーム 4 A は、これらの軸 5 2 B、5 2 B を介して、第 2 フレーム 4 B 内にて回転可能に支持される。なお、この稼働装置 1 では、第 1 フレーム 4 A 内の構成が、第 1 実施形態の稼働

装置 1 と同一である。また、第 1 フレーム 4 A 内における被駆動体 5、被接触部 5 1 A および振動体 6 A の構成については、上記いずれの実施形態の構成を採用しても良い。また、この稼働装置 1 では、被駆動体 5 および第 1 フレーム 4 A が回転フリーの状態にあり、第 2 フレーム 4 B が、取付台や壁面に対して固定設置される。

#### 【0116】

次に、第 2 フレーム 4 B は、第 2 被接触部 5 1 B が配置される側の壁面に、第 2 振動体 6 B を有する。第 2 振動体 6 B は、腕部 6 8 B にて、この壁面に対してボルト 1 3 B により固定設置される。また、第 2 振動体 6 B は、腕部 6 8 B の弾性力により、接触部 6 6 B を被接触部 5 1 B の周面に対して付勢させる。なお、第 2 フレーム 4 B における被接触部 5 1 B および振動体 6 B の関係は、第 1 実施形態にかかる稼働装置 1 の被接触部 5 1 および振動体 6 の関係と同様である。

#### 【0117】

この稼働装置 1 において、まず、振動体 6 B が外部の通電回路（図示省略）から高周波電流を印加されて振動すると、被接触部 5 1 B が振動体 6 B の接触部 6 6 B に叩かれて回転する。すると、被接触部 5 1 B の回転により第 1 フレーム 4 A が軸 5 2 B 周りに回転する（図 2 8 参照）。この作用は、第 1 実施形態の稼働装置 1 にて、被駆動体 5 を第 1 フレーム 4 A に、フレーム 4 を第 2 フレーム 4 B に、それぞれ置き換えた場合の作用と同様である。一方、第 1 フレーム 4 A 内の被駆動体 5 は、第 1 フレーム 4 A の回転軸（軸 5 2 B 周り）に対して直交する回転軸（軸 5 2 A 周り）にて回転する。この被駆動体 5 の作用は、第 1 実施形態の稼働装置 1 における被駆動体 5 の作用と同様である。また、第 1 フレーム 4 A および被駆動体 5 の回転角は、各振動体 6 A、6 B をそれぞれ独立して制御することにより、任意に調整可能である。これにより、被駆動体 5 を、直交する 2 軸 5 2 A、5 2 B 周りに任意に駆動可能なので、その撮像方向を任意に調整できる利点がある。

#### 【0118】

なお、上記した各実施形態の稼働装置 1 における被駆動体 5、フレーム 4 および振動体 6 の関係にかかる変形例を、この第 9 実施形態の稼働装置 1 における第 1 フレーム 4 A、第 2 フレーム 4 B および振動体 6 の関係に、当業者自明の範囲内にて転用しても良い。図 2 9 は、かかる転用による稼働装置の変形例を示す断面図である。同図は、第 8 実施形態にかかる稼働装置 1 の変形例を転用した例を示している（図 2 4 参照）。このように、第 1 フレーム 4 A と振動体 6 B との間に減速機構を設けても良い。これにより、第 1 フレーム 4 A を大きなトルクで駆動できる利点がある。

#### 【0119】

（第 10 実施形態）

図 3 0 は、この発明の第 10 実施形態にかかる稼働装置を示す平面図である。図 3 1 は、図 3 0 に記載した稼働装置を示す C-C 視断面図である。これらの図において、上記した実施形態の稼働装置と同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。この稼働装置 1 では、第 1 フレーム 4 A が、被接触部 5 1 B 側の壁面に歯溝（もしくはスリット）5 6 を有する。また、被接触部 5 1 B が、同軸上に歯車 5 7 を固定設置される。そして、被接触部 5 1 B は、この歯車 5 7 を第 1 フレーム 4 A の歯溝 5 6 に噛み合わせて設置される。

#### 【0120】

図 3 2 は、図 3 0 に記載した稼働装置の作用を示す説明図である。この稼働装置 1 において、まず、振動体 6 B が外部の通電回路（図示省略）から高周波電流を印加されて振動すると、被接触部 5 1 B が振動体 6 B の接触部 6 6 B に叩かれて回転する。すると、被接触部 5 1 B と共に歯車 5 7 が回転して、この歯車 5 7 と噛み合う歯溝 5 6 が送られる。これにより、第 1 フレーム 4 A が軸 5 2 B 周りに回転して、被駆動体 5 の撮像方向が回転変位する。一方、被駆動体 5 は、第 1 フレーム 4 A 内にて、軸 5 2 A 周りに独立して回転変位する（図 3 0 参照）。また、第 1 フレーム 4 A および被駆動体 5 の回転角は、各振動体 6 A、6 B をそれぞれ独立して制御することにより、任意に調整可能である。これにより、被駆動体 5 を、直交する 2 軸 5 2 A、5 2 B 周りに任意に駆動可能なので、その撮像方

向を任意に調整できる利点がある。

#### 【0121】

##### (第11実施形態)

図33は、この発明の第11実施形態にかかる稼働装置を示す側面断面図である。図34は、図33に記載した稼働装置を示すD-D視断面図である。これらの図において、上記した実施形態の稼働装置と同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。この稼働装置1では、第2フレーム4Bが円環状の箱型形状を有し、被駆動体5および第1フレーム4Aから成るユニットが、この第2フレーム4Bの略中央に収容されて配置される。この第1フレーム4Aは、底部を備えた箱型形状を有し、この底部に被接触部51Bおよび軸52Bを固定設置される。また、第1フレーム4Aは、軸52Bを介して第2フレーム4Bに対して回転可能に支持される。第1フレーム4A、被接触部51Bおよび軸52Bは、回転軸をすべて同軸上に有し、この回転軸を第2フレーム4Bの底部に略垂直に立てて配置される。

#### 【0122】

振動体6Bは、第2フレーム4Bの底面に対して、その平面を略水平に向けつつ僅かに浮いた状態で配置されると共にその腕部68Bにてボルト13Bを介して固定設置される。また、振動体6Bは、その接触部66Bを被接触部51Bの周面に対して、腕部68Bの弾性力により付勢させる。これにより、接触部66Bと被接触部51Bとが、しっかりと摩擦接触する。なお、この稼働装置1では、第1フレーム4A内の構成が、第1実施形態の稼働装置1と同一である。また、第1フレーム4A内における被駆動体5、被接触部51Aおよび振動体6Aの構成については、上記いずれの実施形態の構成を採用しても良い。また、この稼働装置1では、被駆動体5および第1フレーム4Aが回転フリーの状態にあり、第2フレーム4Bが、取付台や壁面に対して固定設置される。

#### 【0123】

この稼働装置1において、まず、振動体6Bが外部の通電回路(図示省略)から高周波電流を印加されて振動すると、被接触部51Bが振動体6Bの接触部66Bに叩かれて回転する。すると、被接触部51Bと共に第1フレーム4Aが軸52B周りに回転して、被駆動体5が回転変位する。また、被駆動体5は、第1フレーム4A内にて独立して軸52A周りに回転変位し、その傾斜角を変化させる(図5参照)。また、軸52Aおよび軸52Bは、相互に回転軸を直交させる。これにより、稼働装置1は、これらの軸52A、52B周りに、被駆動体5の撮像方向を任意に変更できる。

#### 【0124】

なお、上記した各実施形態の稼働装置1における被駆動体5、フレーム4および振動体6の関係にかかる変形例を、この第11実施形態の稼働装置1における第1フレーム4A、第2フレーム4Bおよび振動体6の關係に、当業者自明の範囲内にて転用しても良い。図35は、かかる転用による稼働装置の変形例を示す断面図である。同図は、第8実施形態にかかる稼働装置1の変形例を転用した例を示している(図24参照)。このように、第1フレーム4Aと振動体6Bとの間に減速機構を設けても良い。これにより、第1フレーム4Aを大きなトルクで駆動できる利点がある。

#### 【0125】

##### (第12実施形態)

図36は、この発明の第12実施形態にかかる稼働装置を示す側面断面図である。図37は、図36に記載した稼働装置を示すE-E視断面図である。これらの図において、上記した実施形態の稼働装置と同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。この稼働装置1は、第11実施形態の稼働装置1と比較して、被接触部51Bが第2フレーム4B側に設けられ、振動体6Bが第1フレーム4A側に設けられる点に特徴を有する。なお、この稼働装置1では、第1フレーム4A内の構成が、第1実施形態の稼働装置1と同一である。また、第1フレーム4A内における被駆動体5、被接触部51Aおよび振動体6Aの構成については、上記いずれの実施形態の構成を採用しても良い。また、この稼働装置1では、被駆動体5および第1フレーム4Aが回転フリーの状態にあり、第2

フレーム 4 B が、取付台や壁面に対して固定設置される。

#### 【0126】

この稼働装置 1 において、まず、振動体 6 B が外部の通電回路（図示省略）から高周波電流を印加されて振動し、被接触部 5 1 B を叩く。すると、被接触部 5 1 B が第 2 フレーム 4 B に固定されているので、振動体 6 B の接触部 6 6 と被接触部 5 1 B との摩擦接触により、振動体 6 自身がその反力により変位する。すると、第 1 フレーム 4 A が、振動体 6 B と共に軸 5 2 B 周りに回転変位する。ここで、振動体 6 B は、第 1 フレーム 4 A が回転したときに接触部 6 6 B と被接触部 5 1 B との接触が外れないように、第 1 フレーム 4 A の所定の位置に設置される。また、被駆動体 5 は、第 1 フレーム 4 A 内にて独立して軸 5 2 A 周りに回転変位し、その傾斜角を変化させる（図 5 参照）。また、軸 5 2 A および軸 5 2 B は、相互に回転軸を直交させる。これにより、稼働装置 1 は、これらの軸 5 2 A、5 2 B 周りに、被駆動体 5 の撮像方向を任意に変更できる。

#### 【0127】

##### （第 1 3 実施形態）

図 3 8 は、この発明の第 1 3 実施形態にかかる稼働装置を示す側面断面図である。図 3 9 は、図 3 8 に記載した稼働装置を示す F-F 視断面図である。これらの図において、上記した実施形態の稼働装置と同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。この稼働装置 1 は、第 1 2 実施形態の稼働装置 1 と比較して、振動体 6 B が第 2 フレーム 4 B を叩く点に特徴を有する。すなわち、この稼働装置 1 では、振動体 6 B が、接触部 6 6 B を軸 5 2 B に対して径方向の外側に向けつつ第 2 フレーム 4 B の底面に固定設置される。そして、第 2 フレーム 4 B の内周面が被接触部 5 1 B となり、振動体 6 B は、この第 2 フレーム 4 B の内周面に対して摩擦接触する。

#### 【0128】

この稼働装置 1 において、まず、振動体 6 B が外部の通電回路（図示省略）から高周波電流を印加されて振動し、被接触部 5 1 B（第 2 フレーム 4 B の内壁面）を叩く。すると、第 2 フレーム 4 B が固定されているので、振動体 6 B の接触部 6 6 と被接触部 5 1 B との摩擦接触により、振動体 6 自身がその反力により変位する。すると、第 1 フレーム 4 A が、振動体 6 B と共に軸 5 2 B 周りに回転変位する。ここで、振動体 6 B は、第 1 フレーム 4 A が回転したときに接触部 6 6 B と被接触部 5 1 B との接触が外れないように、第 1 フレーム 4 A の所定の位置に設置される。また、被駆動体 5 は、第 1 フレーム 4 A 内にて独立して軸 5 2 A 周りに回転変位し、その傾斜角を変化させる（図 5 参照）。また、軸 5 2 A および軸 5 2 B は、相互に回転軸を直交させる。これにより、稼働装置 1 は、これらの軸 5 2 A、5 2 B 周りに、被駆動体 5 の撮像方向を任意に変更できる。

#### 【0129】

##### （第 1 4 実施形態）

図 4 0 は、この発明の第 1 4 実施形態にかかる稼働装置を示す側面断面図である。図 4 1 は、図 4 0 に記載した稼働装置を示す G-G 視断面図である。これらの図において、上記した実施形態の稼働装置と同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。この稼働装置 1 は、第 1 3 実施形態の稼働装置 1 と比較して、振動体 6 B と第 2 フレーム 4 B との間に減速機構を有する点に特徴を有する。この稼働装置 1 では、振動体 6 B が、接触部 6 6 B を軸 5 2 B に対して径方向の外側に向けつつ第 2 フレーム 4 B の底面に固定設置される。また、第 2 フレーム 4 B の底面には、被接触部 5 1 B および歯車 5 8 が、軸 5 9 を介して取り付けられる。被接触部 5 1 B と歯車 5 8 とは、軸 5 9 を回転軸として同軸上に設けられ、相互に固定される。振動体 6 B は、接触部 6 6 B にて被接触部 5 1 B の周面に摩擦接触する。一方、第 2 フレーム 4 B の内周面には、歯溝 5 1 0 が設けられる。歯車 5 8 は、この歯溝 5 1 0 と噛み合わされて配置される。

#### 【0130】

この稼働装置 1 において、まず、振動体 6 B が外部の通電回路（図示省略）から高周波電流を印加されて振動し、被接触部 5 1 B を叩く。すると、被接触部 5 1 が軸 5 9 周りに回転し、これと共に歯車 5 8 が回転する。ここで、歯車 5 8 は、歯溝 5 1 0 と噛み合っ

おり、かつ、歯溝 510 が設けられる第 2 フレーム 4B は、固定されている。このため、歯車 58 が反力により自ら送られて、第 1 フレーム 4A 全体が軸 52B 周りに回転変位する。なお、歯車 58 は、第 1 フレーム 4A が回転したときに、歯溝 510 との噛み合いが外れないように、第 1 フレーム 4A の所定の位置に設置される。また、被駆動体 5 は、第 1 フレーム 4A 内にて独立して軸 52A 周りに回転変位し、その傾斜角を変化させる（図 5 参照）。また、軸 52A および軸 52B は、相互に回転軸を直交させる。これにより、稼働装置 1 は、これらの軸 52A、52B 周りに、被駆動体 5 の撮像方向を任意に変更できる。

#### 【0131】

（第 15 実施形態）

図 43 は、この発明の第 15 実施形態にかかる稼働装置を示す側面断面図である。同図において、上記した実施形態の稼働装置と同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。この稼働装置 1 は、第 1 実施形態の稼働装置 1 と比較して、被接触部 51 および振動体 6 の一方に対して他方を押圧する押圧手段、すなわち、被駆動体 5 を押圧することにより、振動体 6 の接触部 66 に対して被駆動体 5 の後述する被接触部 51 を押し付ける押圧手段として、板バネ（弾性部材）7 を有する点に特徴を有する。

#### 【0132】

ここで、被駆動体 5 は、軸 52、52' にてフレーム 4 により回転（回動）可能で、かつ軸 52 の方向に移動可能に支持される。また、一方の（振動体 6 の接触部 66 側に位置する）軸 52 は、フレーム 4 を貫通し、フレーム 4 の外側に突出している。また、被駆動体 5 の振動体 6 の接触部 66 側の端部であって、図 43 中の下方には、板状の被接触部 51 が形成されている。この被接触部 51 の形状は、軸 52 の方向から見て略半円状をなしている。

振動体 6 は、フレーム 4 の底面 44 に近接して設置される。特に、この振動体 6 は、薄型の板状形状を有するので、かかる配置構成に対して好適である。また、振動体 6 は、その長手方向を軸 52 の方向に向けて配置され、接触部 66 を被接触部 51 の図 43 中右側の面 512 に摩擦接触させる。

#### 【0133】

板バネ 7 は、その基端側において、ボルト（固定部材）14 を介して、フレーム 4 の振動体 6 の接触部 66 側の外壁面 43 に固定設置される。この場合、板バネ 7 は、その先端部が振動体 6 の接触部 66 側に位置する軸 52 の先端部（凸部）521 に当接し、弾性変形（湾曲）した状態で設置される。この板バネ 7 の弾性力（復元力）により、被駆動体 5 の軸 52 は、被接触部 51 が振動体 6 の接触部 66 に接近する方向（図 43 中右側）に向けて押圧される。すなわち、板バネ 7 の弾性力により、被駆動体 5（被接触部 51）が図 43 中右側に向けて付勢され、これにより、振動体 6 の接触部 66 に対して被接触部 51 の面 512 が接触し、押し付けられる。

#### 【0134】

また、前述した第 5 実施形態と同様に、振動体 6 の補強板 63 に、弾性（可撓性）を有する 1 対（2 つ）の腕部 68 が一体的に形成されている。

この稼働装置 1 では、振動体 6 が外部の通電回路（図示省略）から高周波電流を印加されて振動すると、被接触部 51 が接触部 66 に叩かれて軸 52 を回転軸として回転し、これと共に、被駆動体 5 が軸 52 を回転軸として回転変位する。これにより、光学系 2 の撮像方向が被駆動体 5 の回転方向に変更される。

#### 【0135】

この稼働装置 1 によれば、簡易な構造（簡易な方法）で、被接触部 51 の面 512 を振動体 6 の接触部 66 に押し付けることができる。そして、被接触部 51 の面 512 が振動体 6 の接触部 66 に押し付けられるので、より大きなトルク（駆動力）が得られ、被駆動体 5 をより確実に回転変位（回動）させることができる。また、被駆動体 5 の軸方向のガタ（ガタツキ）を防止することができ、これにより、被駆動体 5 を円滑に回転変位させることができる。また、前述した第 5 実施形態と同様の効果も得られる。

なお、本実施形態では、被駆動体 5 が 1 つの軸（軸 5 2）の周りに回転変位（回動）するように構成されているが、本発明では、これに限らず、例えば、同様の構成や原理を用いて、相互に方向の異なる 2 つの軸、特に、直交する 2 軸の周りに被駆動体 5 が回転変位（回動）するように構成することもできる。

#### 【0136】

以上、本発明の稼働装置および電気機器を、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。

なお、本発明は、前記各実施形態のうちの、任意の 2 以上の構成（特徴）を組み合わせたものであってもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0137】

- 【図 1】 第 1 実施形態にかかる稼働装置を示す斜視図である。
- 【図 2】 図 1 に記載した稼働装置を示す平面図である。
- 【図 3】 図 2 に記載した稼働装置を示す A-A 視断面図である。
- 【図 4】 図 1 に記載した光学系および被駆動体を示す断面図である。
- 【図 5】 第 1 実施形態にかかる稼働装置の作用を示す説明図である。
- 【図 6】 図 1 に記載した振動体を示す斜視図である。
- 【図 7】 図 6 に記載した振動体の動作を示す説明図である。
- 【図 8】 図 6 に記載した振動体の動作を示す説明図である。
- 【図 9】 振動体の通電回路を示すブロック図である。
- 【図 10】 第 2 実施形態における振動体の斜視図である。
- 【図 11】 第 2 実施形態における回路構成を示すブロック図である。
- 【図 12】 第 3 実施形態にかかる振動体を示す斜視図である。
- 【図 13】 振動体が振動する様子を示す平面図である。
- 【図 14】 振動体が振動する様子を示す平面図である。
- 【図 15】 振動体の変形例を示す斜視図である。
- 【図 16】 振動体が振動する様子を示す平面図である。
- 【図 17】 振動体の電気的特性を示すグラフである。
- 【図 18】 稼働装置の第 4 実施形態を示す平面図である。
- 【図 19】 振動体の変形例を示す斜視図である。
- 【図 20】 振動体の変形例を示す斜視図である。
- 【図 21】 振動体の変形例を示す斜視図である。
- 【図 22】 第 5 実施形態の超音波モータを示す平面図である。
- 【図 23】 第 7 実施形態にかかる稼働装置を示す要部断面図である。
- 【図 24】 第 8 実施形態にかかる稼働装置を示す要部断面図である。
- 【図 25】 図 24 に記載した稼働装置の動作を示す説明図である。
- 【図 26】 第 9 実施形態にかかる稼働装置を示す斜視図である。
- 【図 27】 図 26 に記載した稼働装置を示す平面図である。
- 【図 28】 図 27 に記載した稼働装置を示す B-B 視断面図である。
- 【図 29】 稼働装置の変形例を示す断面図である。
- 【図 30】 第 10 実施形態にかかる稼働装置を示す平面図である。
- 【図 31】 図 30 に記載した稼働装置を示す C-C 視断面図である。
- 【図 32】 図 30 に記載した稼働装置の作用を示す説明図である。
- 【図 33】 第 11 実施形態にかかる稼働装置を示す側面断面図である。
- 【図 34】 図 33 に記載した稼働装置を示す D-D 視断面図である。
- 【図 35】 稼働装置の変形例を示す断面図である。
- 【図 36】 第 12 実施形態にかかる稼働装置を示す側面断面図である。
- 【図 37】 図 36 に記載した稼働装置を示す E-E 視断面図である。
- 【図 38】 第 13 実施形態にかかる稼働装置を示す側面断面図である。

【図 3 9】 図 3 8 に記載した稼働装置を示す F - F 視断面図である。

【図 4 0】 第 1 4 実施形態にかかる稼働装置を示す側面断面図である。

【図 4 1】 図 4 0 に記載した稼働装置を示す G - G 視断面図である。

【図 4 2】 振動体の変形例を示す斜視図である。

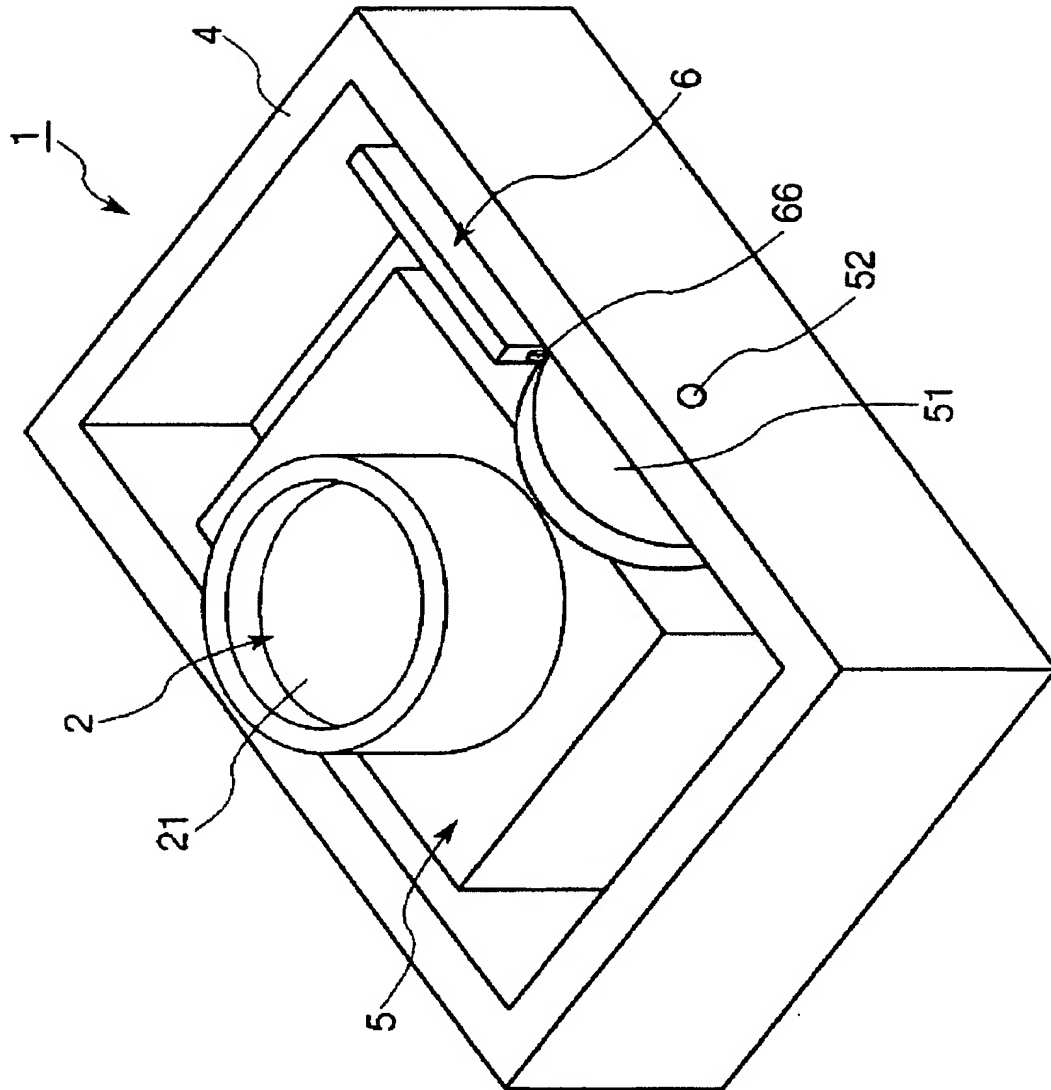
【図 4 3】 第 1 5 実施形態にかかる稼働装置を示す側面断面図である。

【符号の説明】

【 0 1 3 8 】

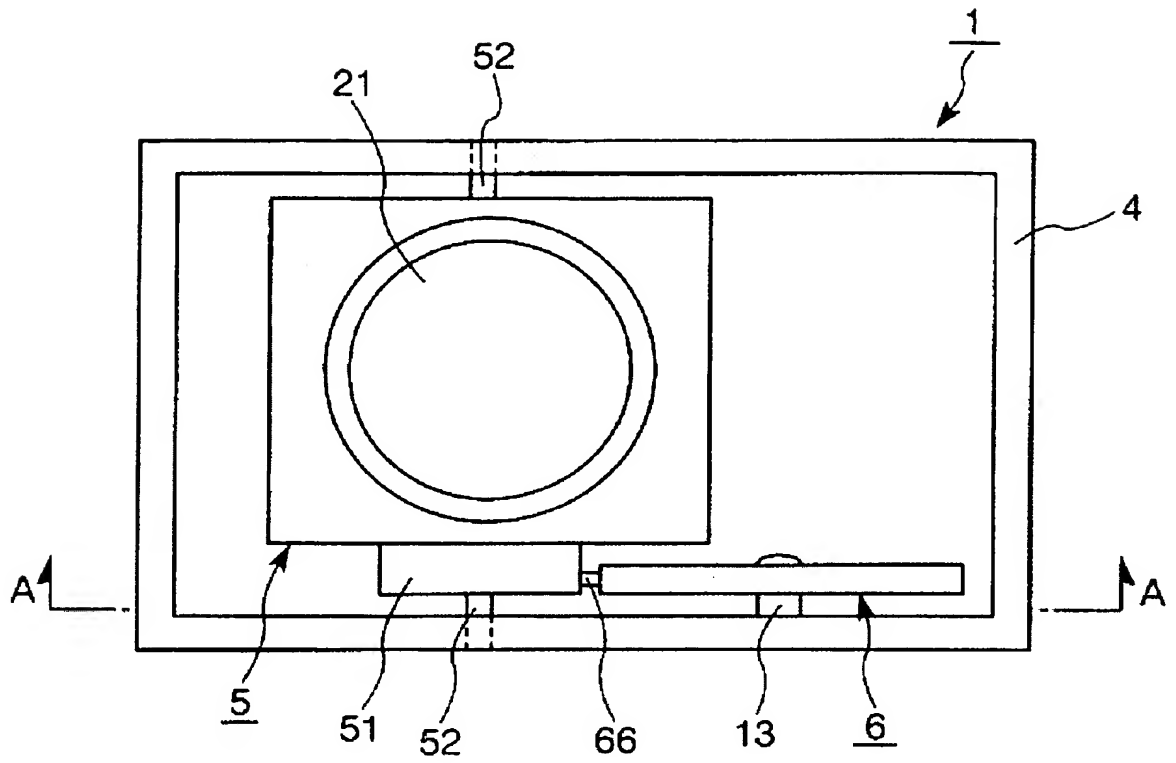
1…稼働装置、2…光学系、2 1…レンズ、2 2…撮像素子、4、4 A、4 B…フレーム、4 3…外壁面、4 4…底面、5、5 A…被駆動体、5 1、5 1 A、5 1 B…被接触部、6、6 A、6 B…振動体、7…板バネ、8…駆動回路、9…スイッチ、1 3、1 3 A、1 3 B、1 4…ボルト、1 6…スイッチ、2 0…通電回路、5 2、5 2 A、5 2 B…軸、5 2 1…先端部、5 3…小歯車、5 4…大歯車、5 5…軸、5 6…歯溝、5 7…歯車、5 8…歯車、5 9…軸、6 1 a～6 1 g、6 5 a～6 5 g…電極、6 2、6 4…圧電素子、6 3…補強板、6 6、6 6 A、6 6 B…接触部、6 8、6 8 A、6 8 B…腕部、6 8 1…孔、8 1…発振回路、8 2…増幅回路、8 3…回転量制御回路、9 1、9 2…スイッチ部、9 3～9 8、1 6 3～1 6 8…端子、1 6 1、1 6 2…スイッチ部、5 1 0…歯溝、5 1 1…外周面、5 1 2…面

【書類名】 図面  
【図 1】

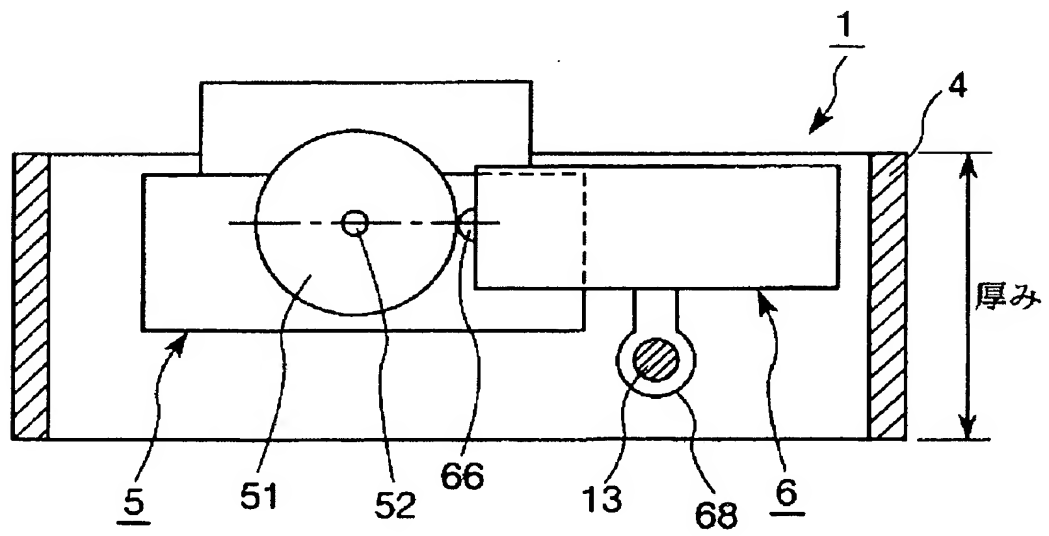




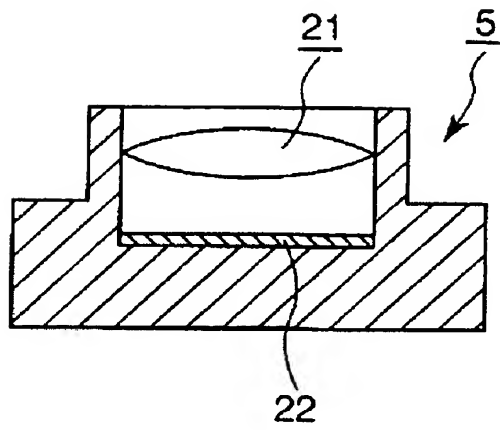
【図 2】



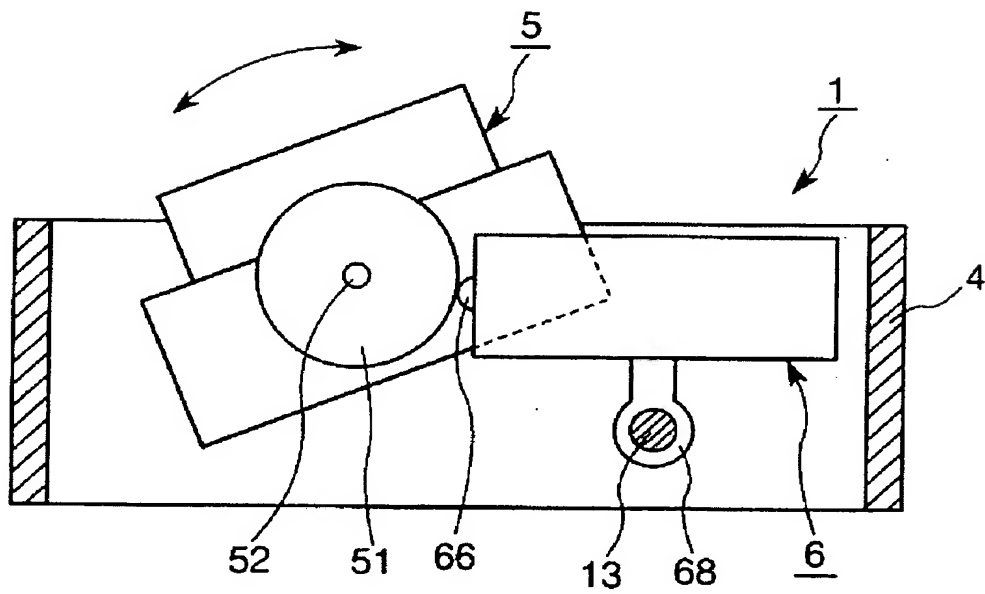
【図 3】



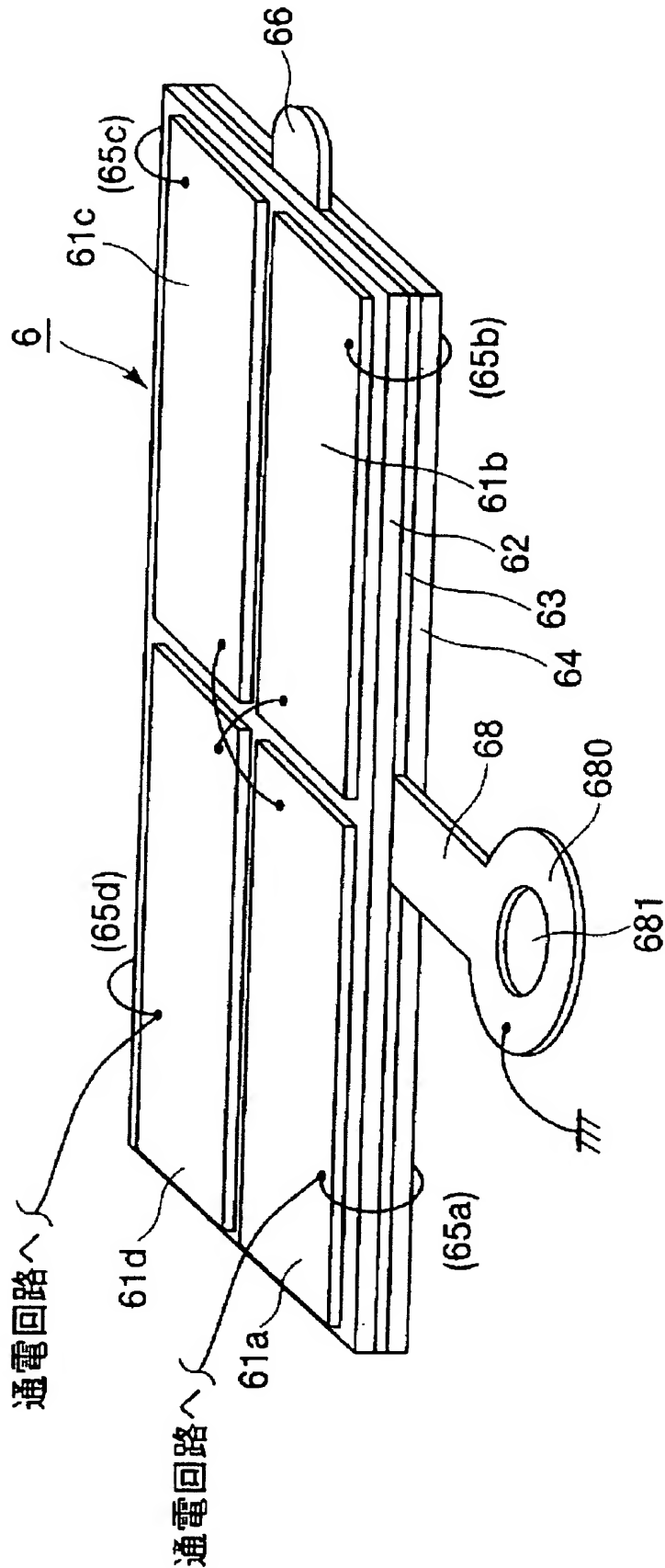
【図 4】



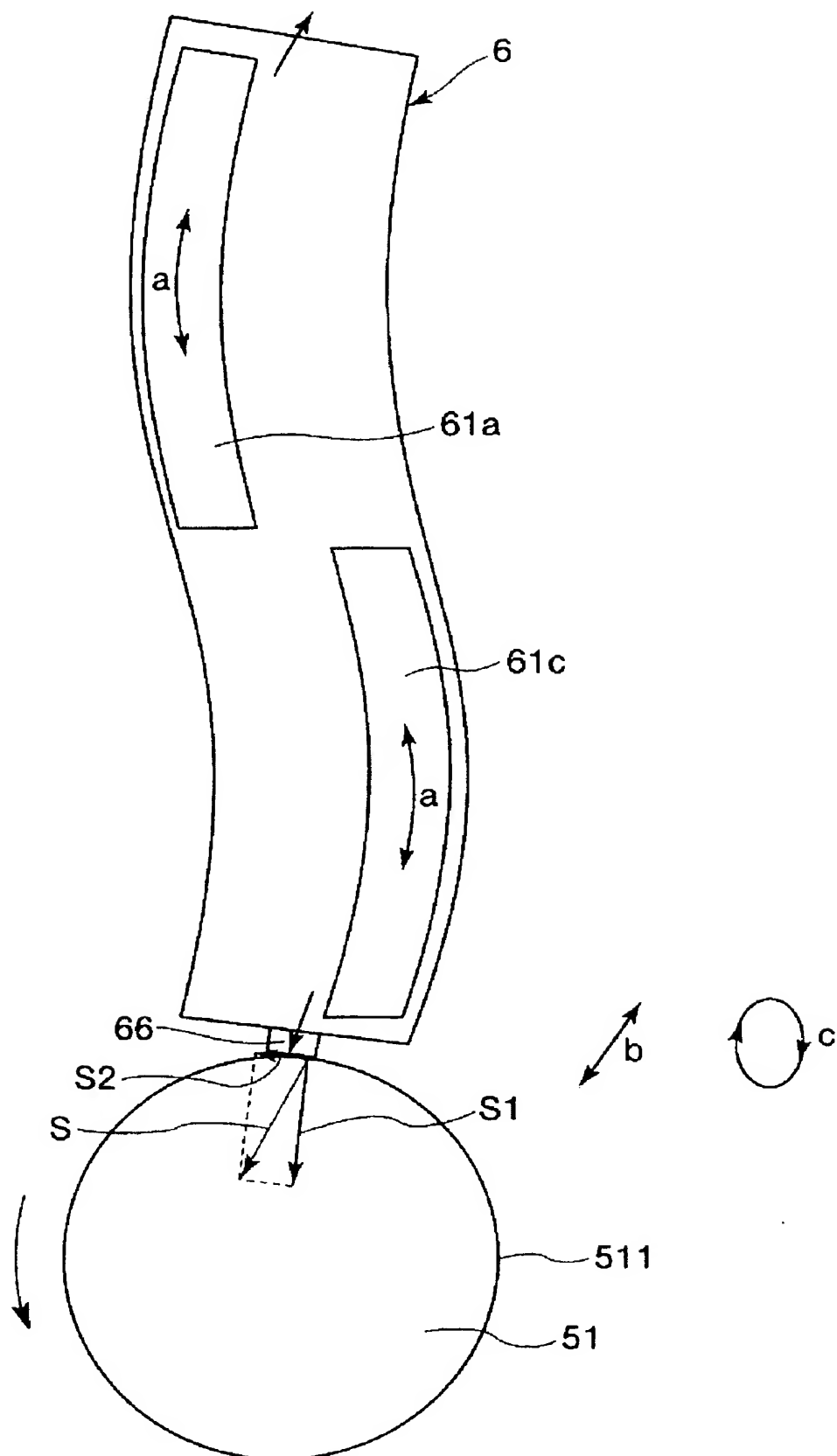
【図 5】



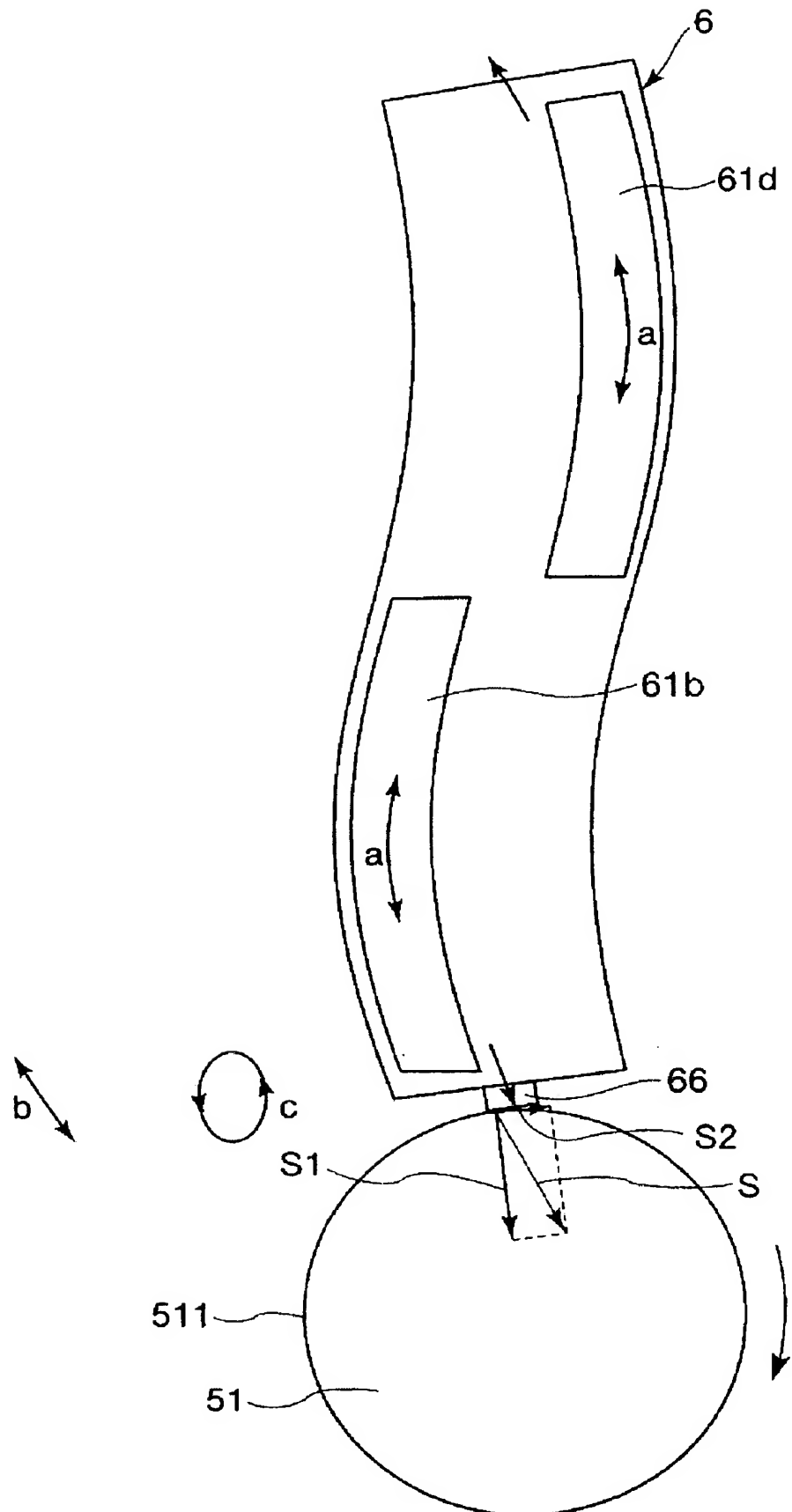
【図 6】



【図 7】



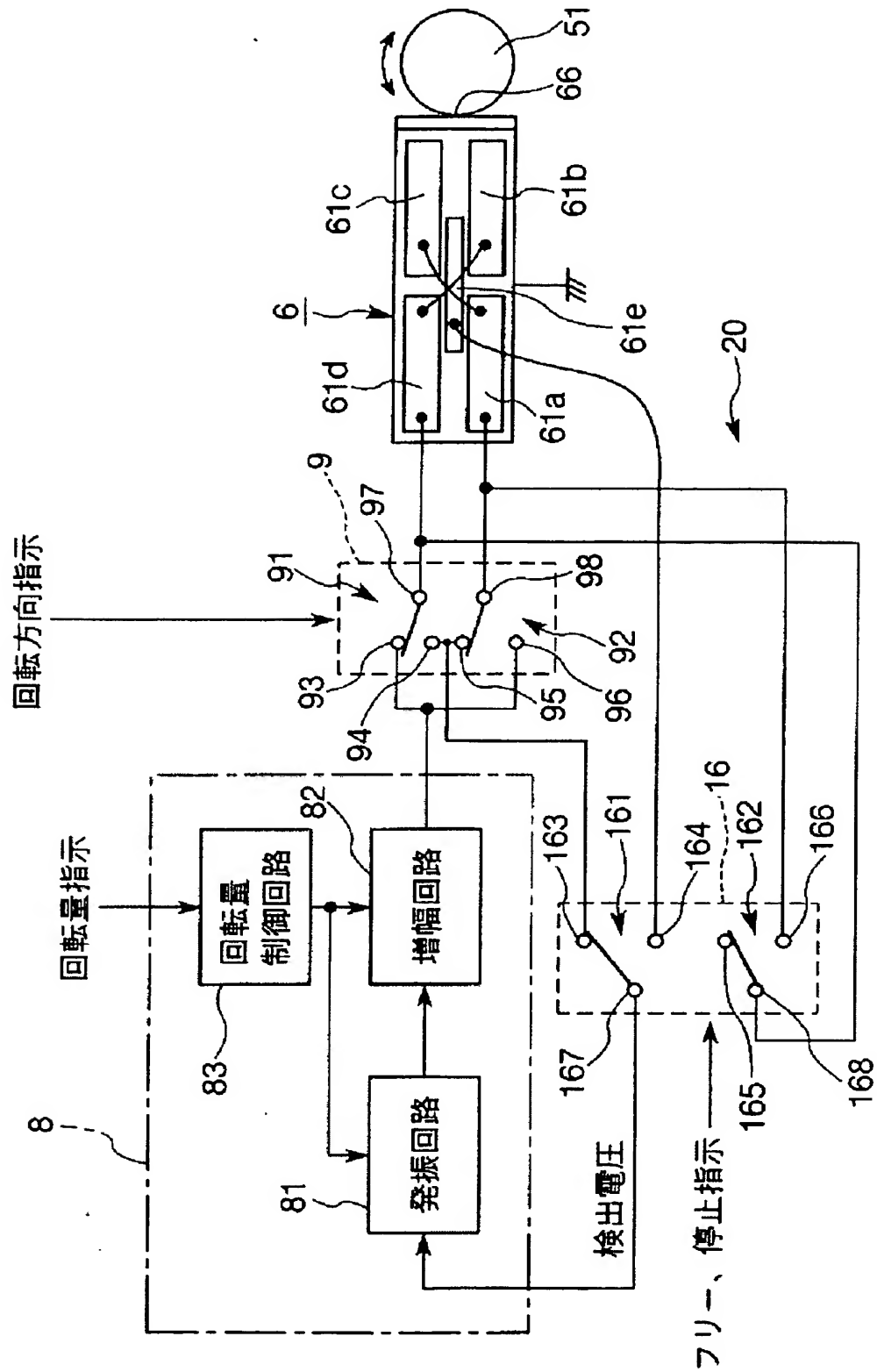
【図 8】





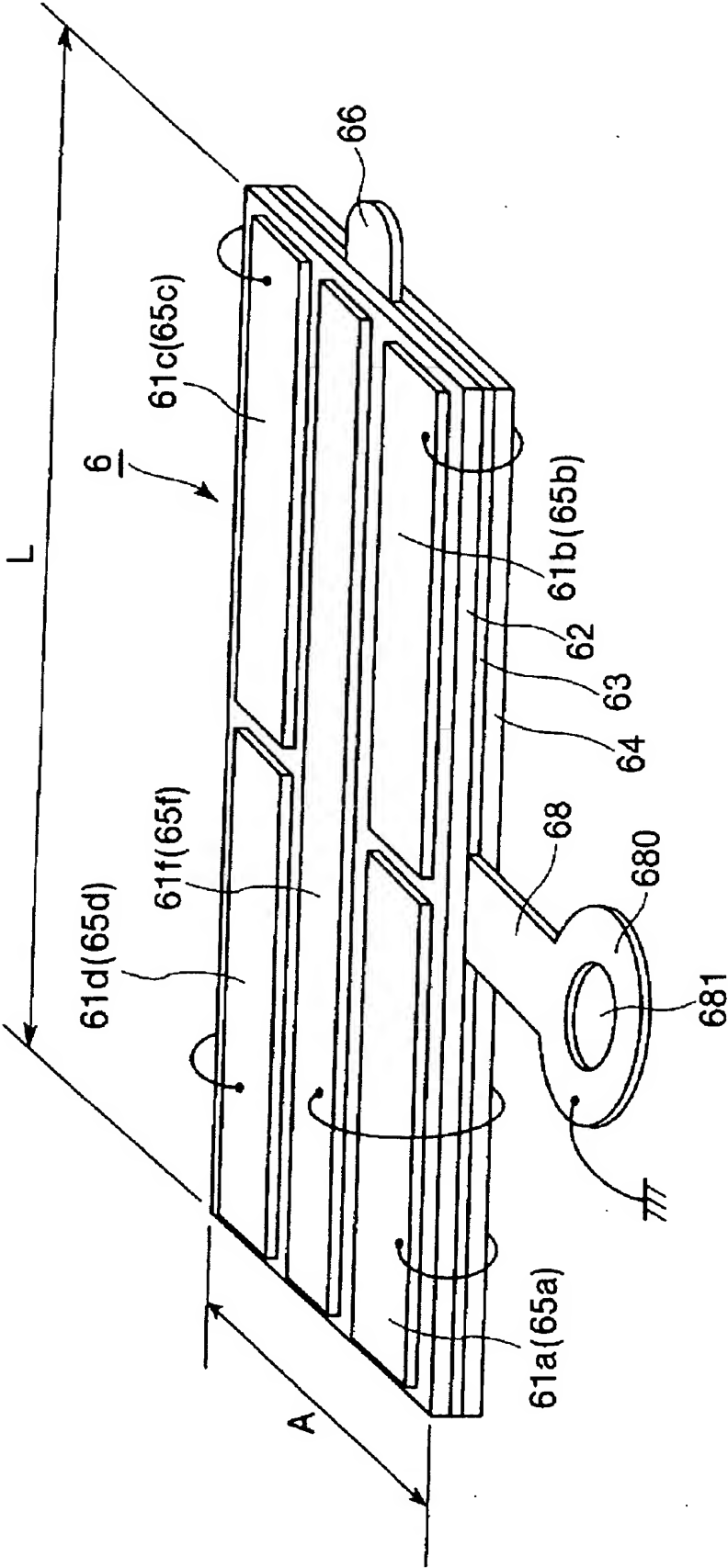


【図 11】

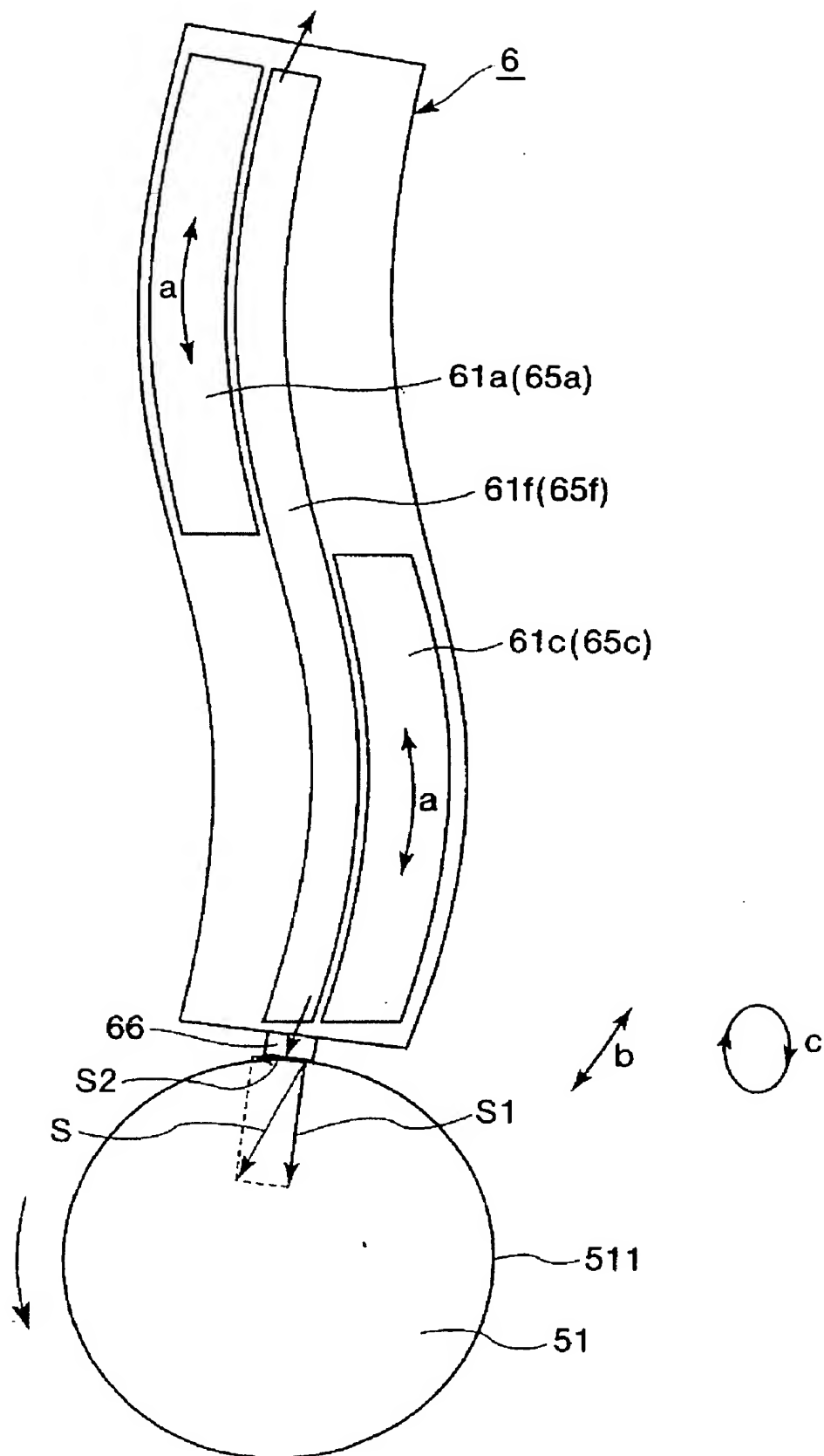




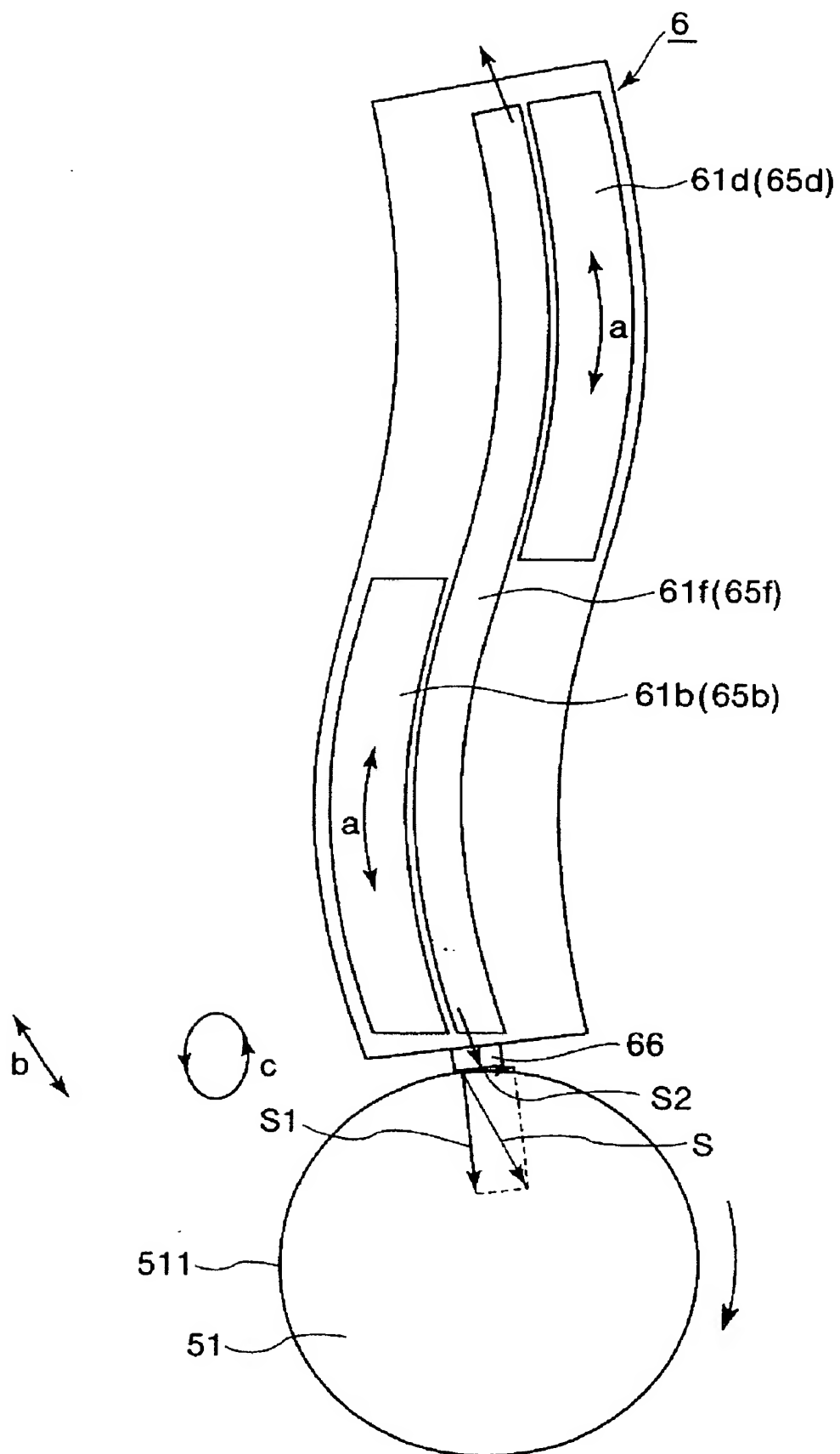
【図 12】



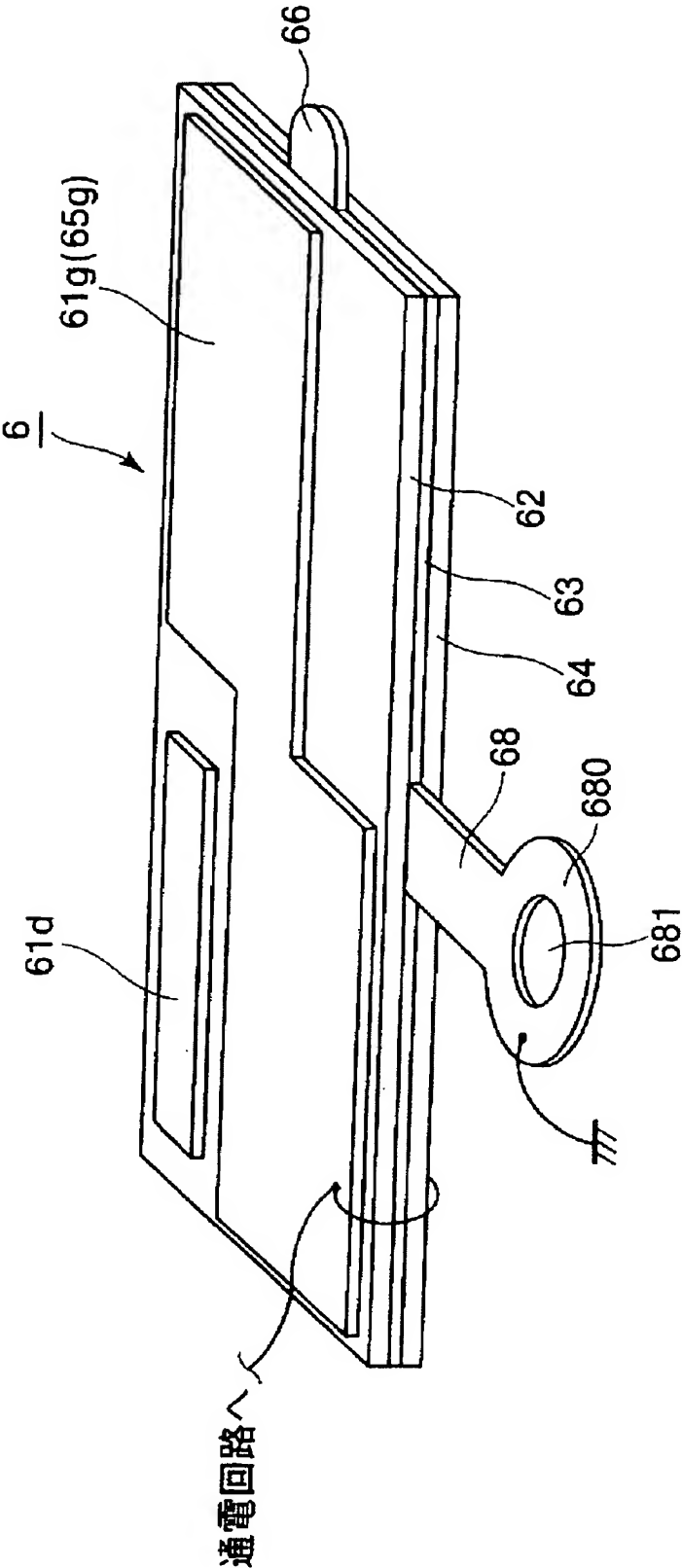
【図 13】



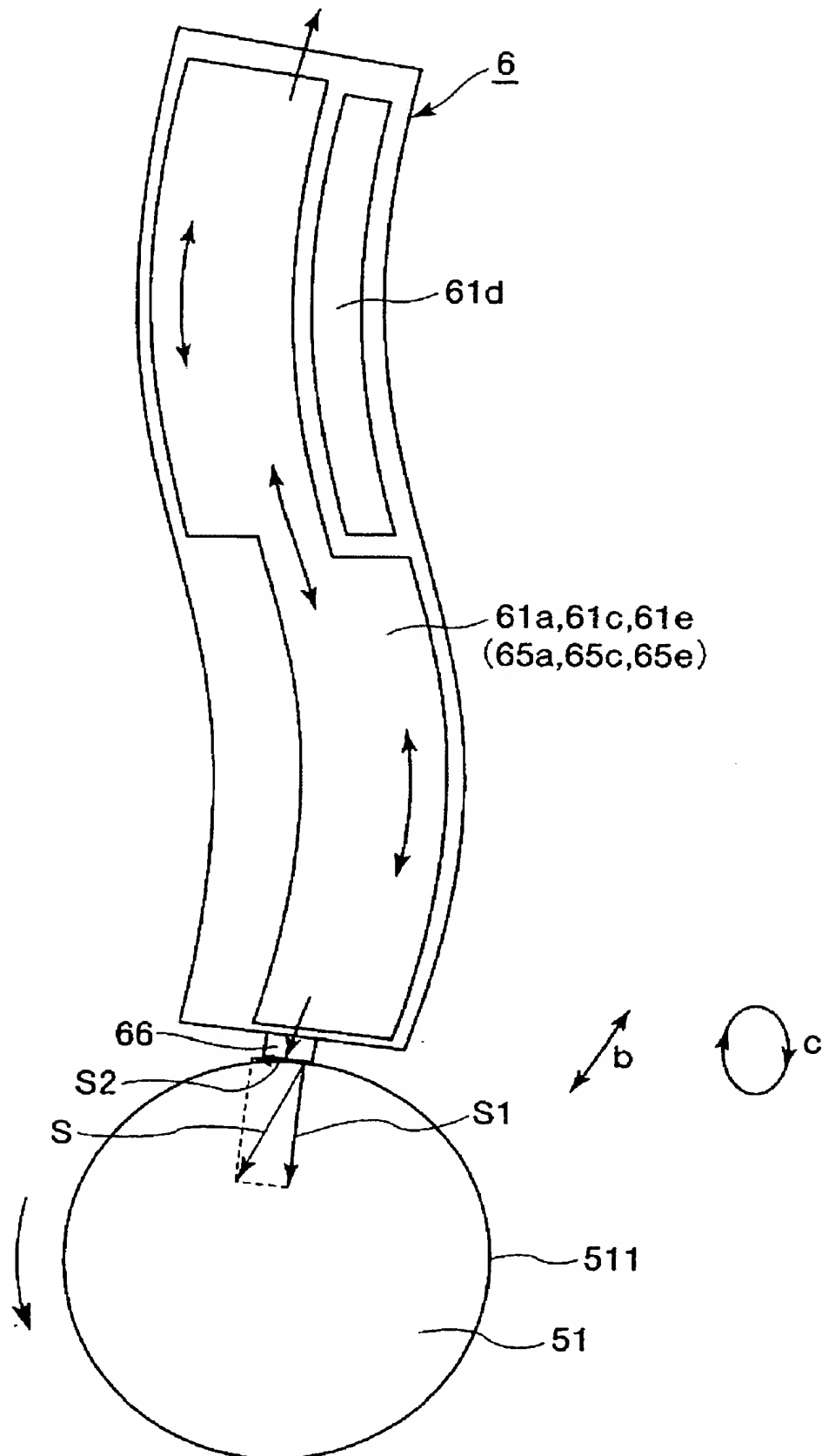
【図 14】



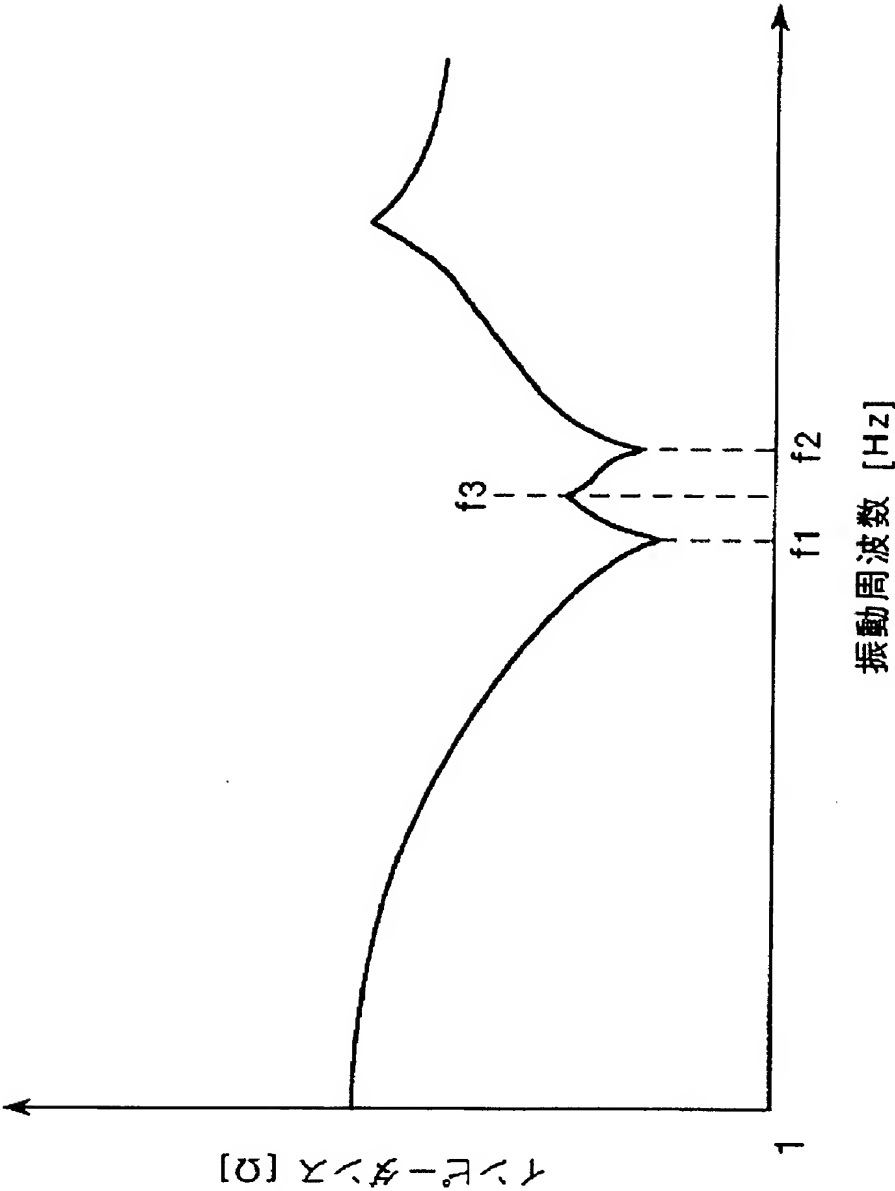
【図 15】



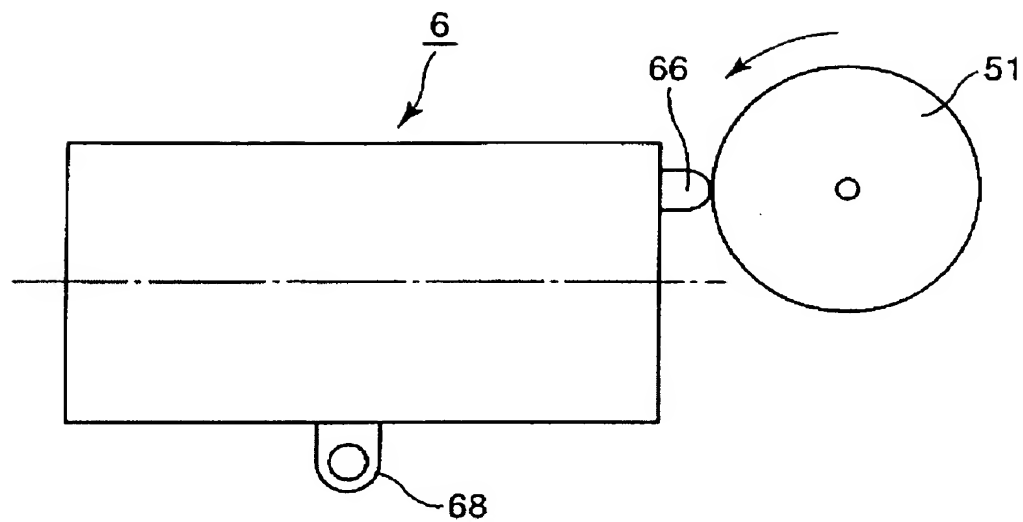
【図 16】



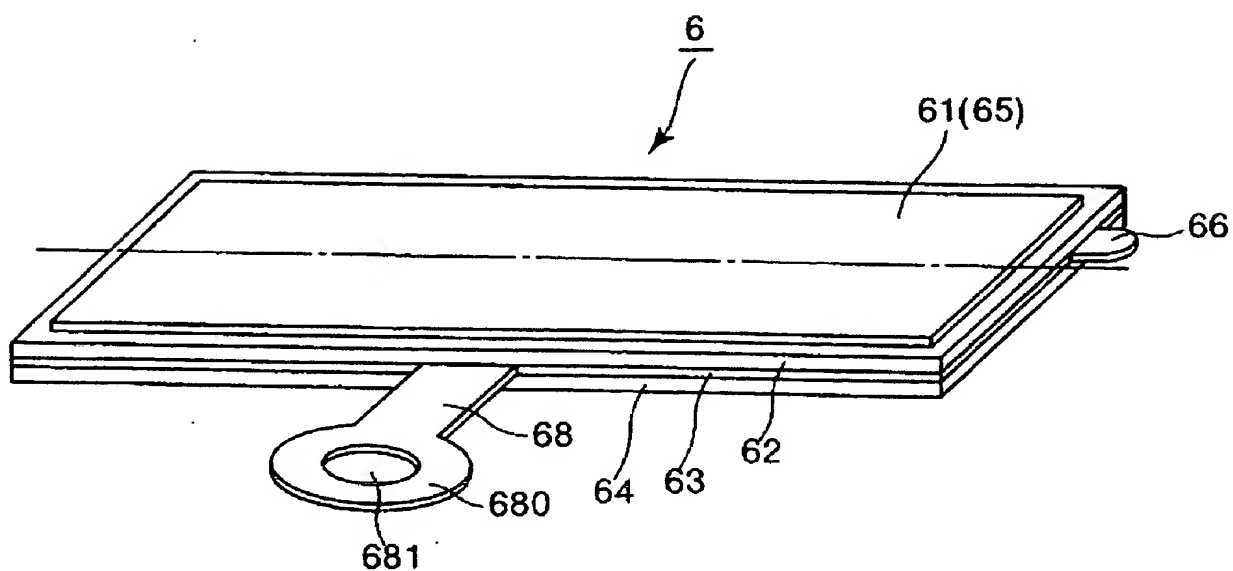
【図 1 7】



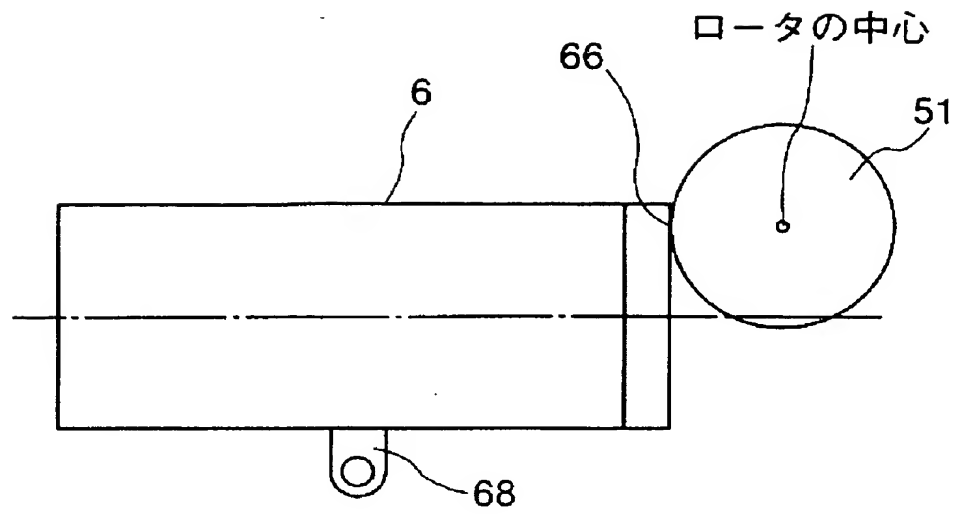
【図 18】



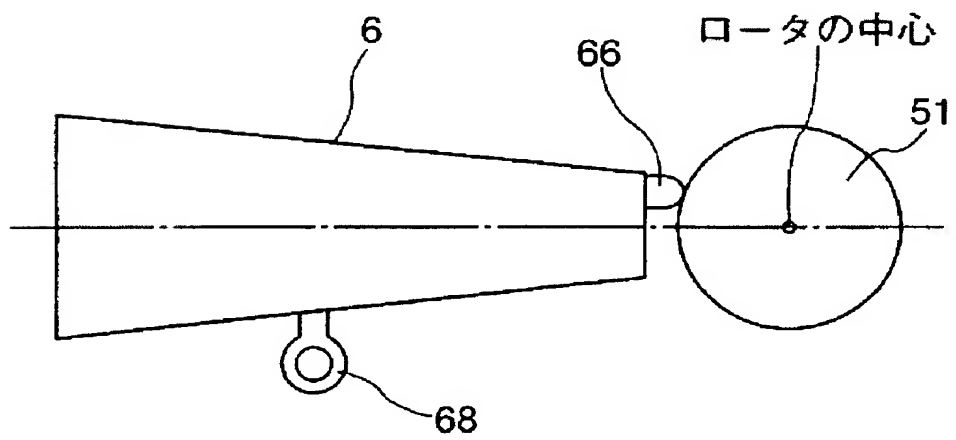
【図 19】



【図 20】

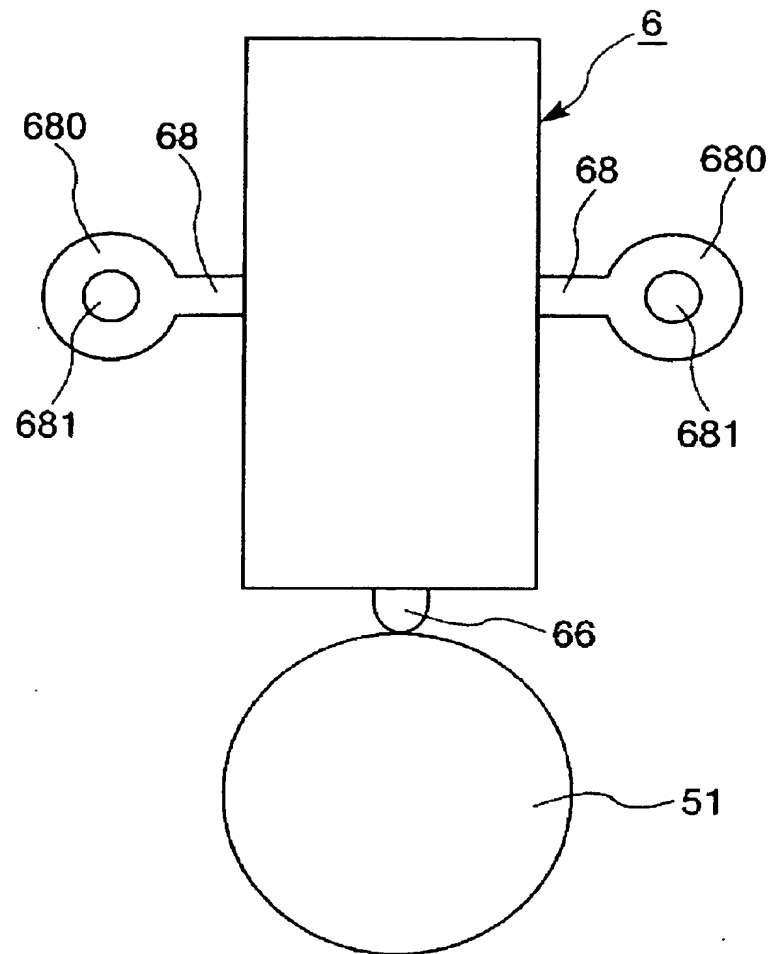


【図 21】

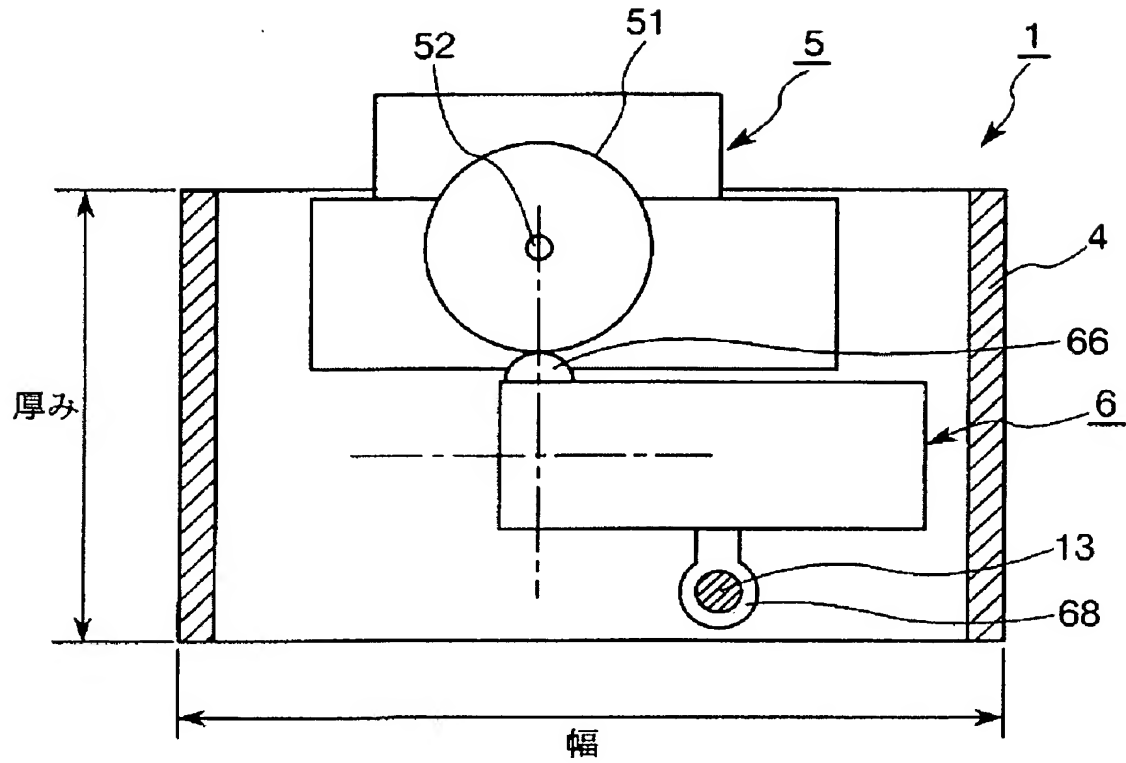




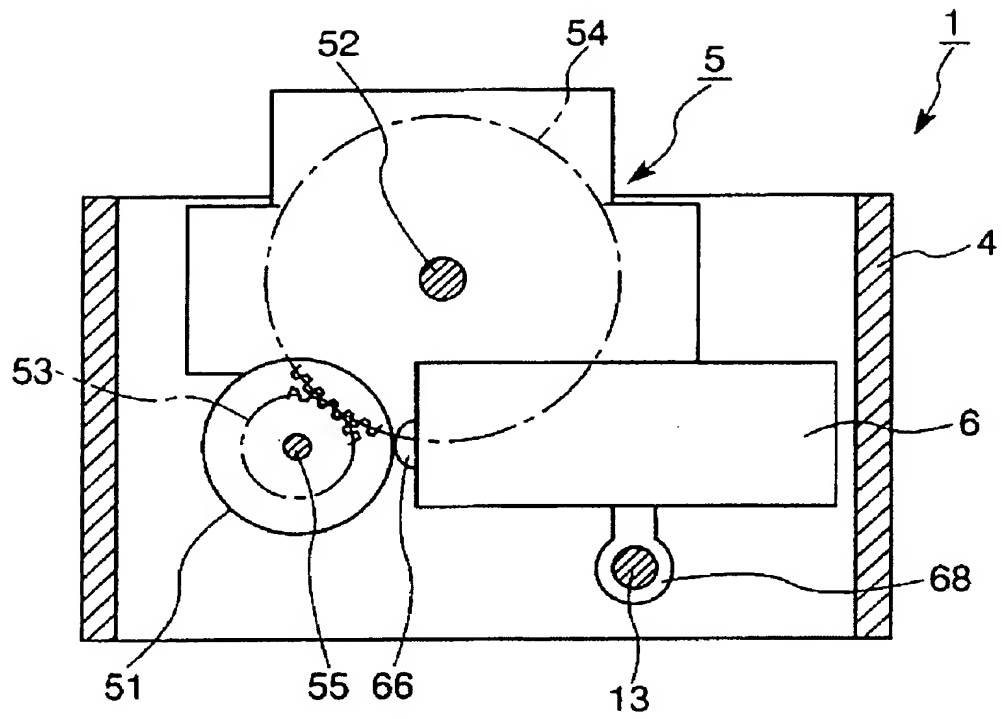
【図 22】



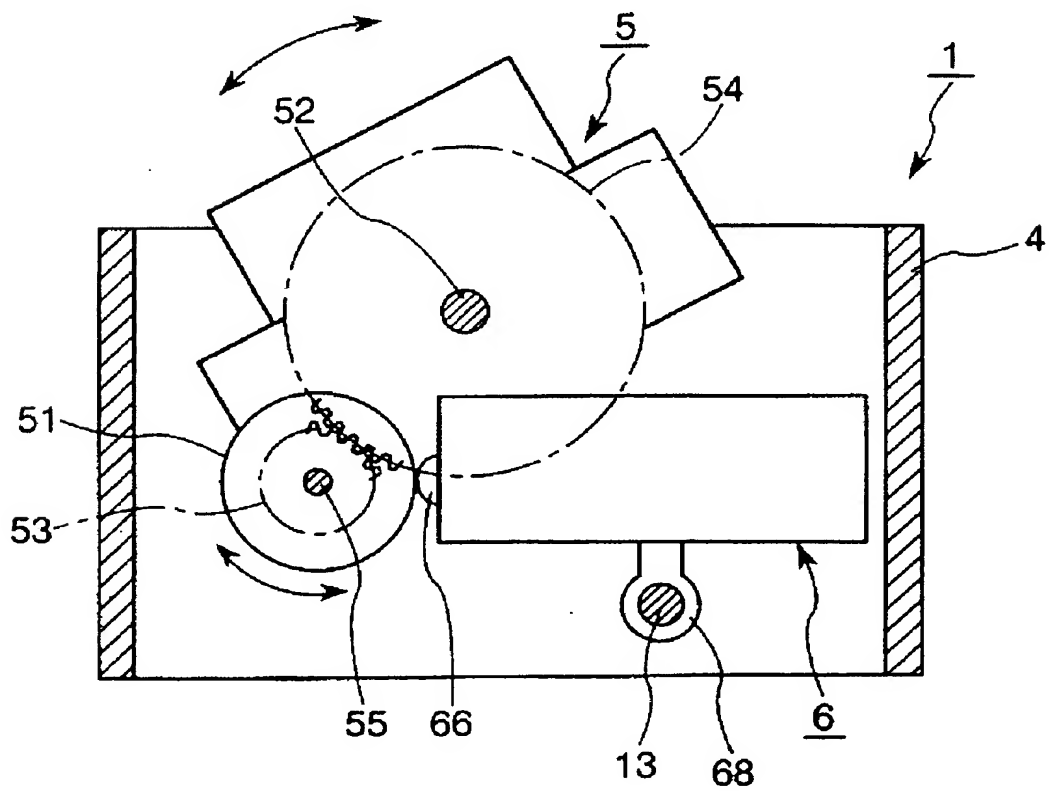
【図 23】



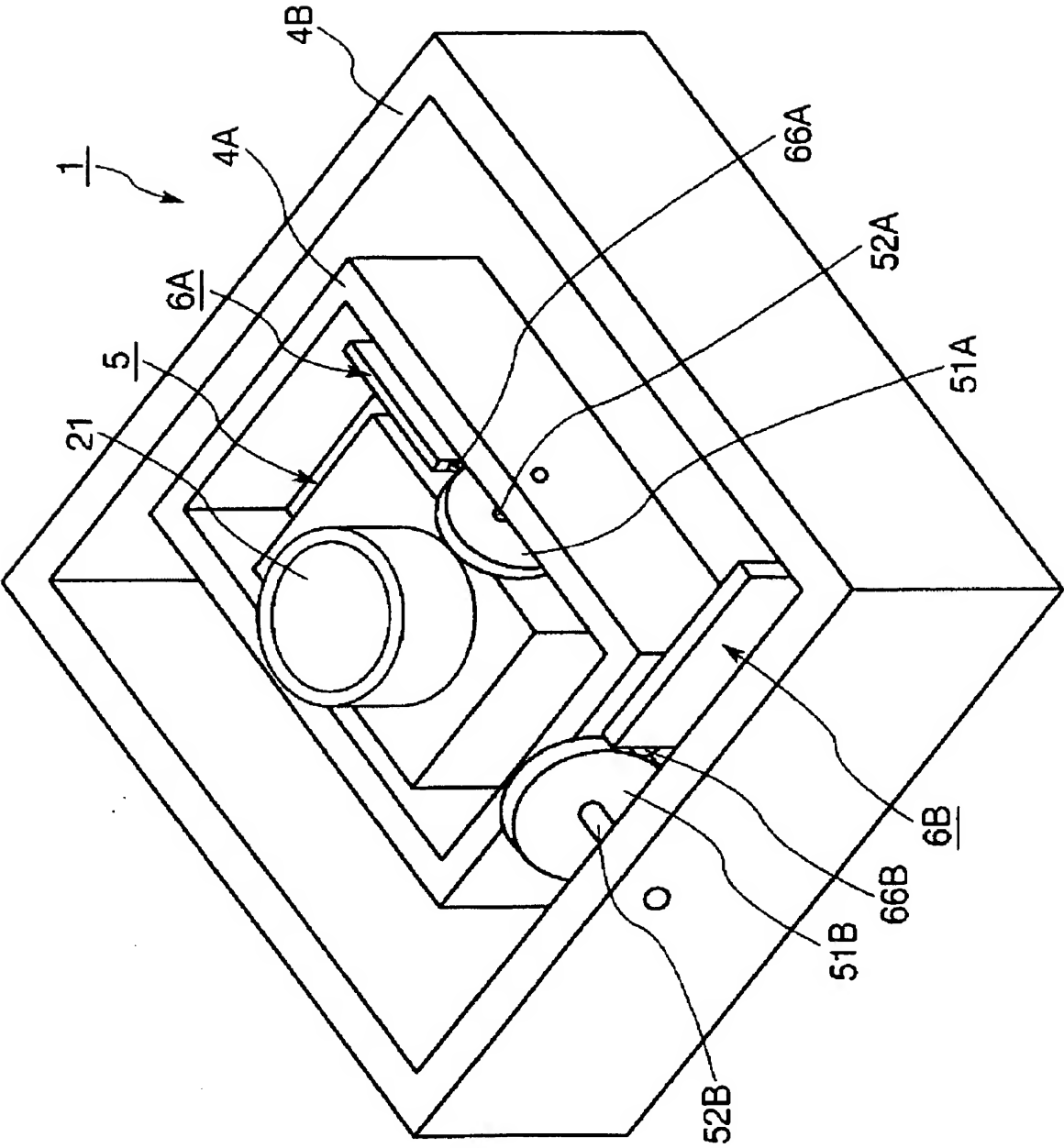
【図 24】



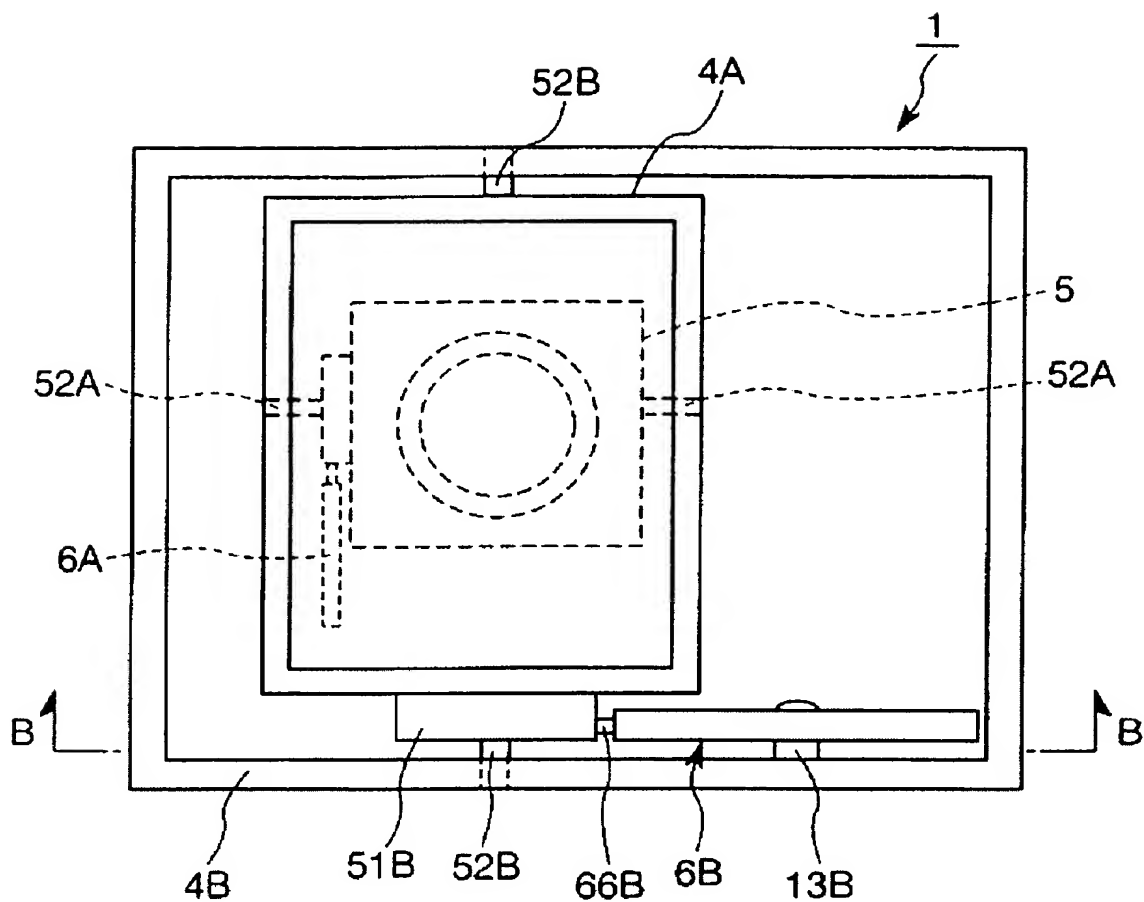
【図 25】



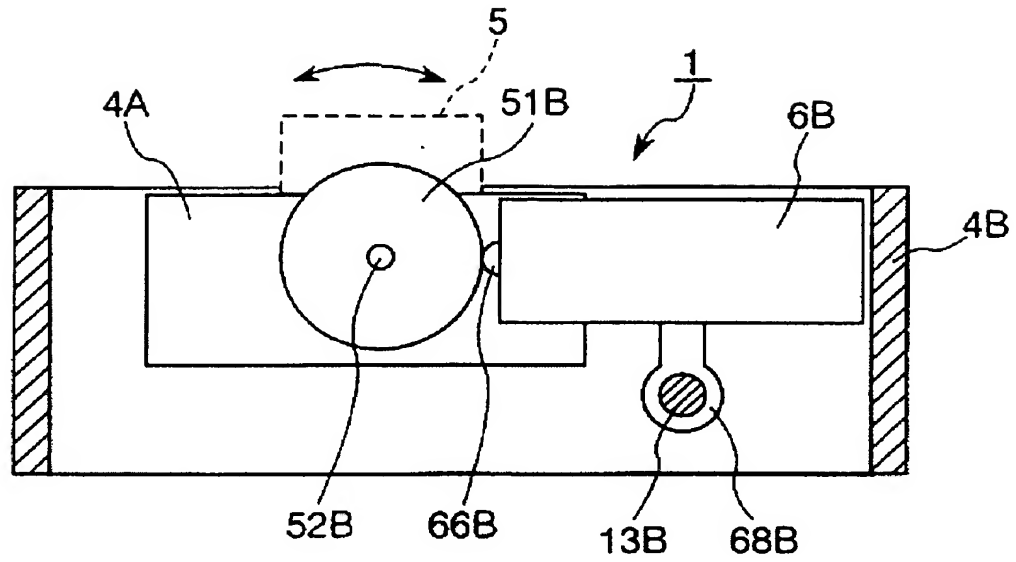
【図 26】



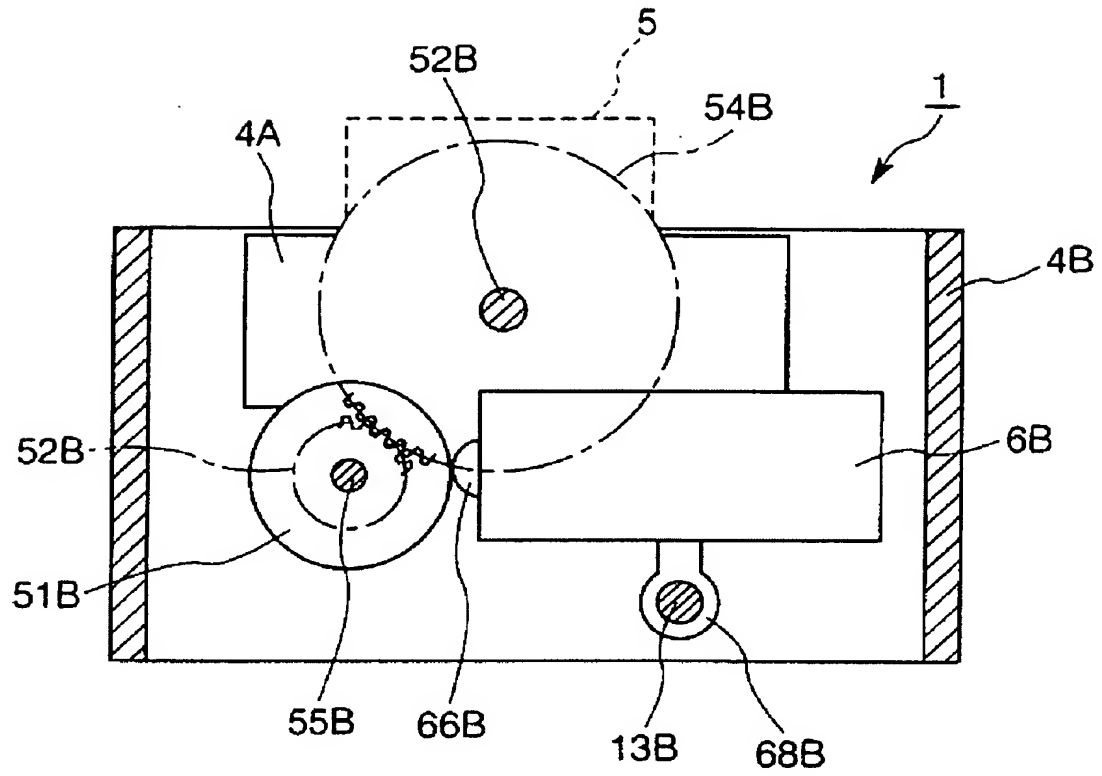
【図 27】



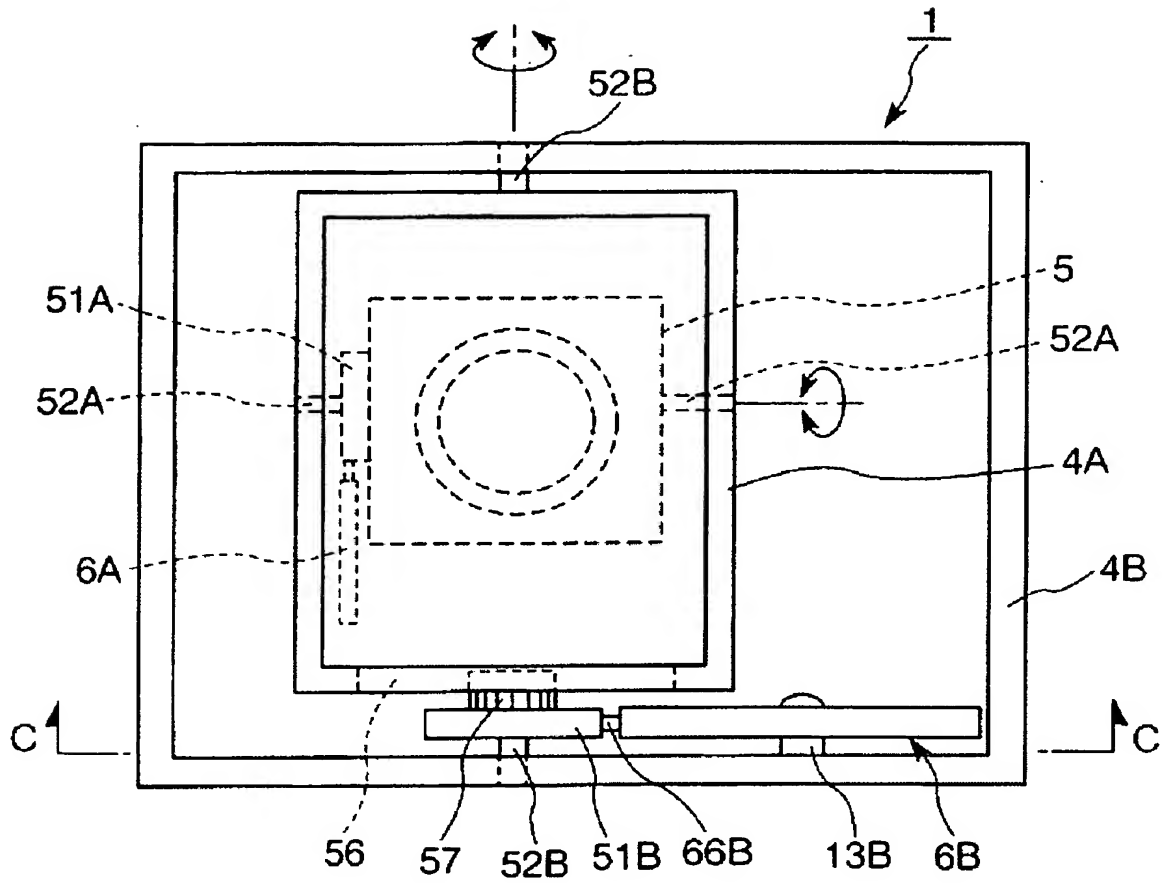
【図 28】



【図 29】

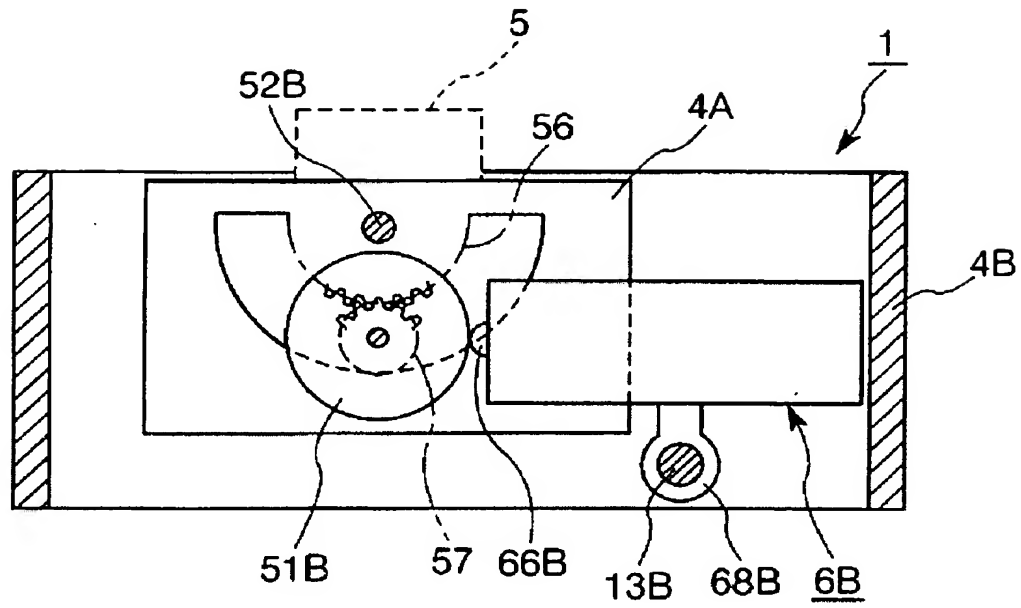


【図 30】

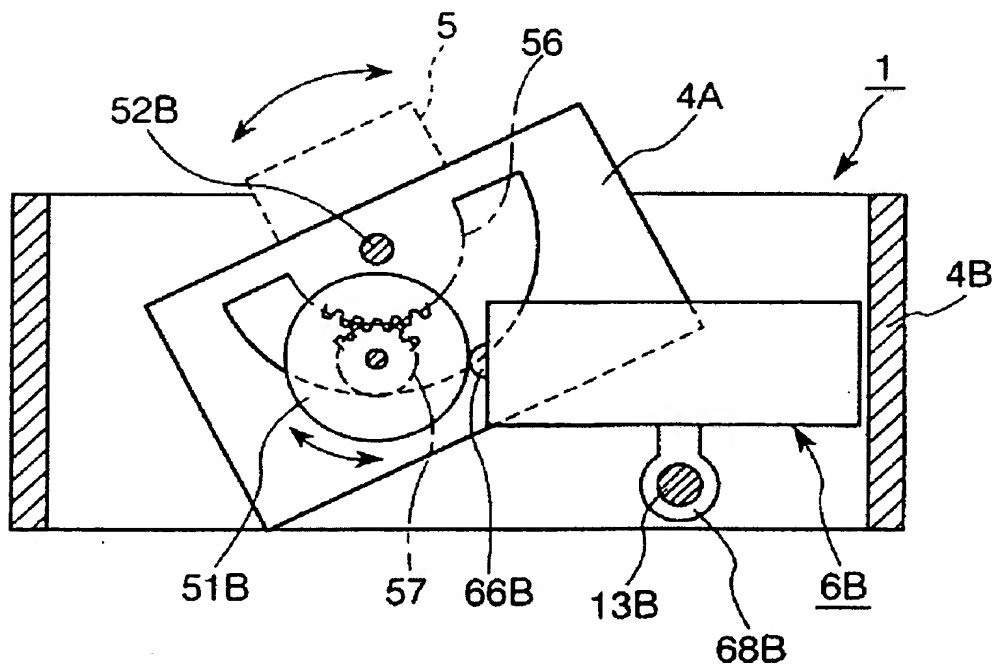




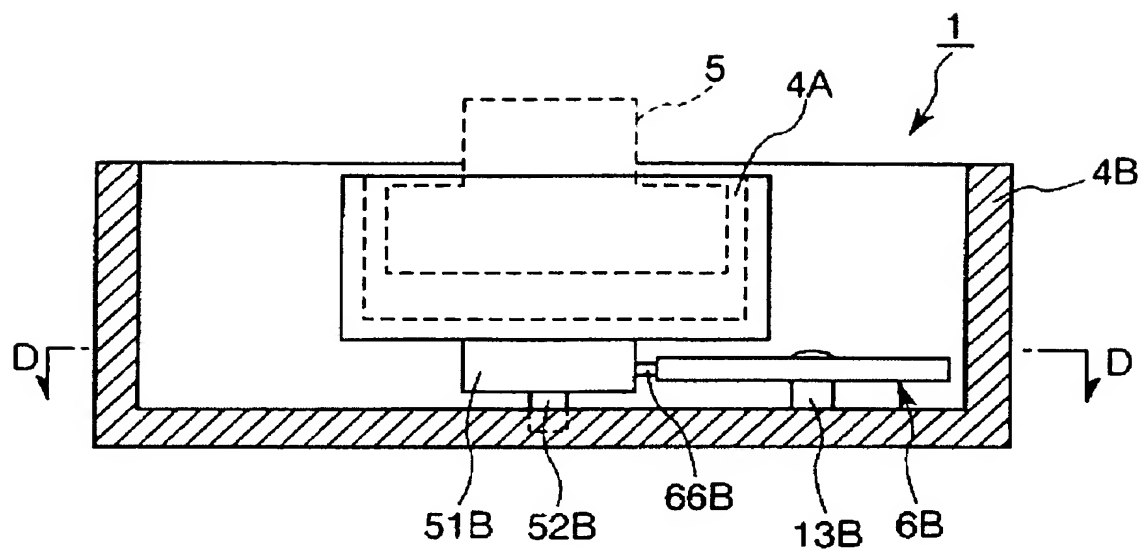
【図 3 1】



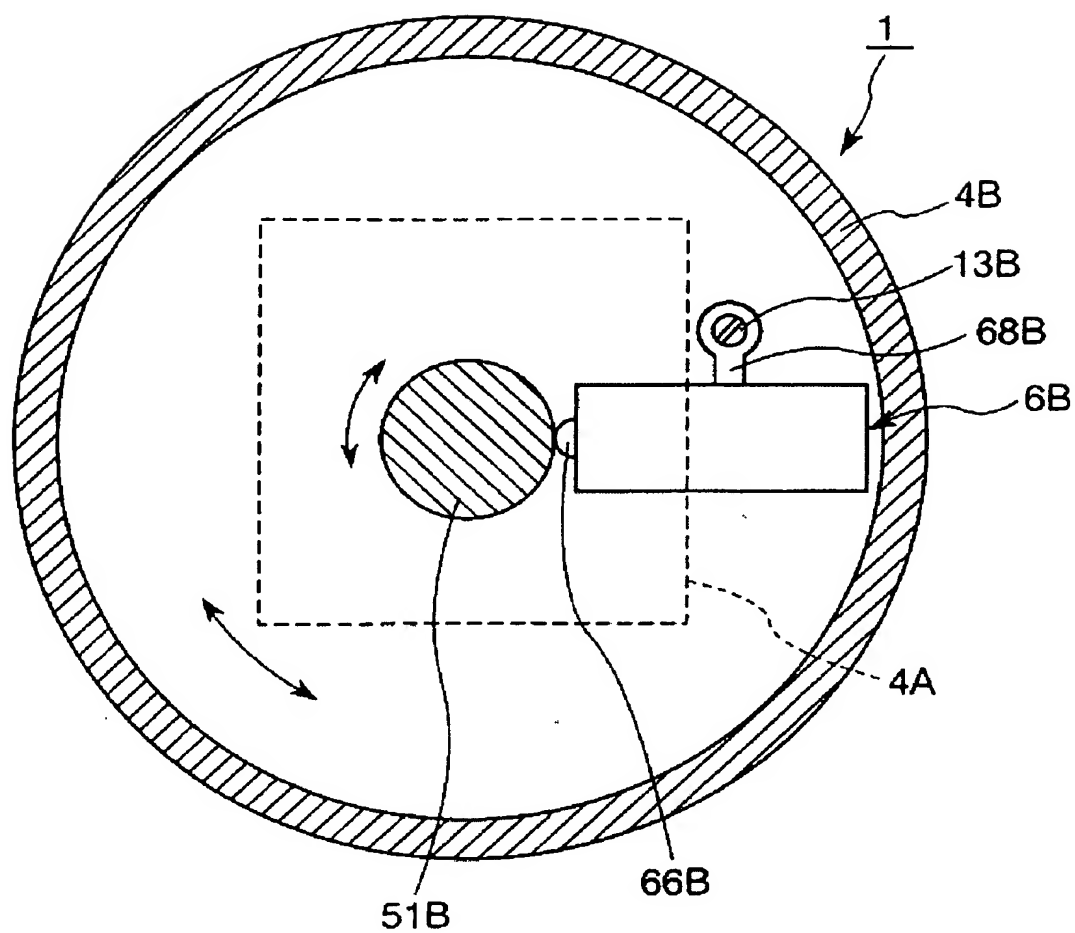
【図 3 2】



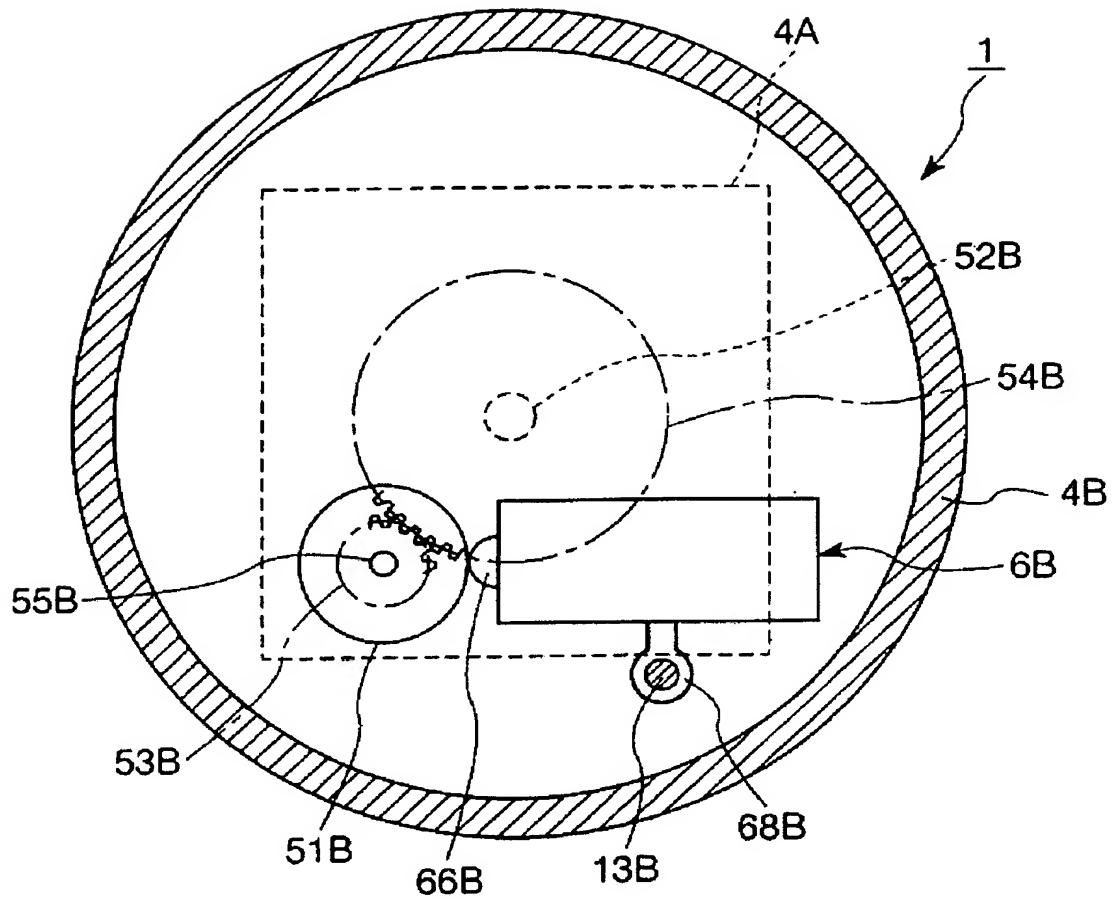
【図 33】



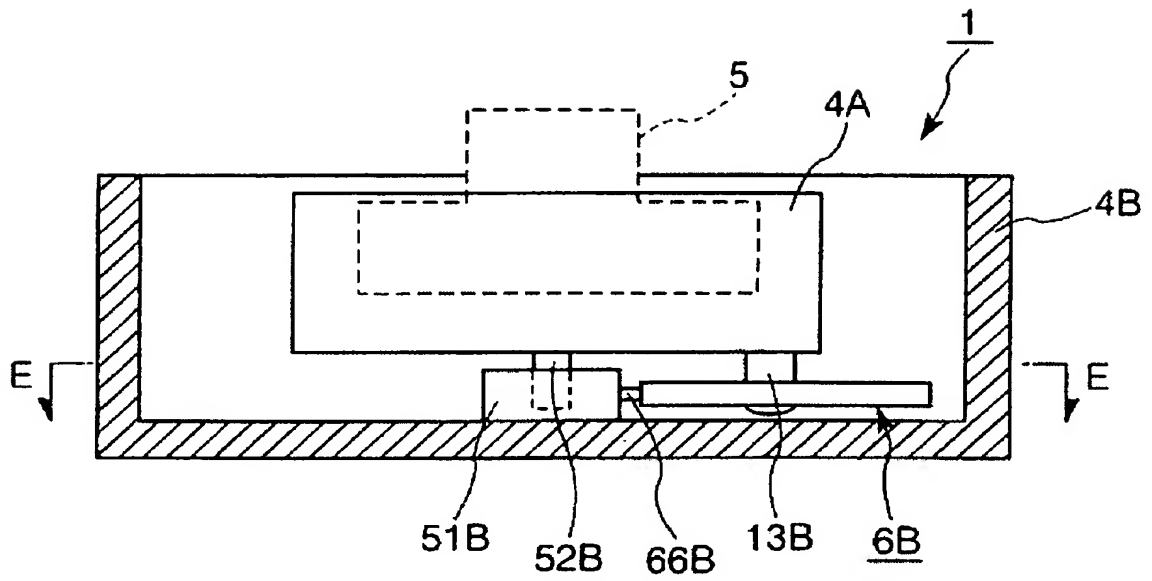
【図 34】



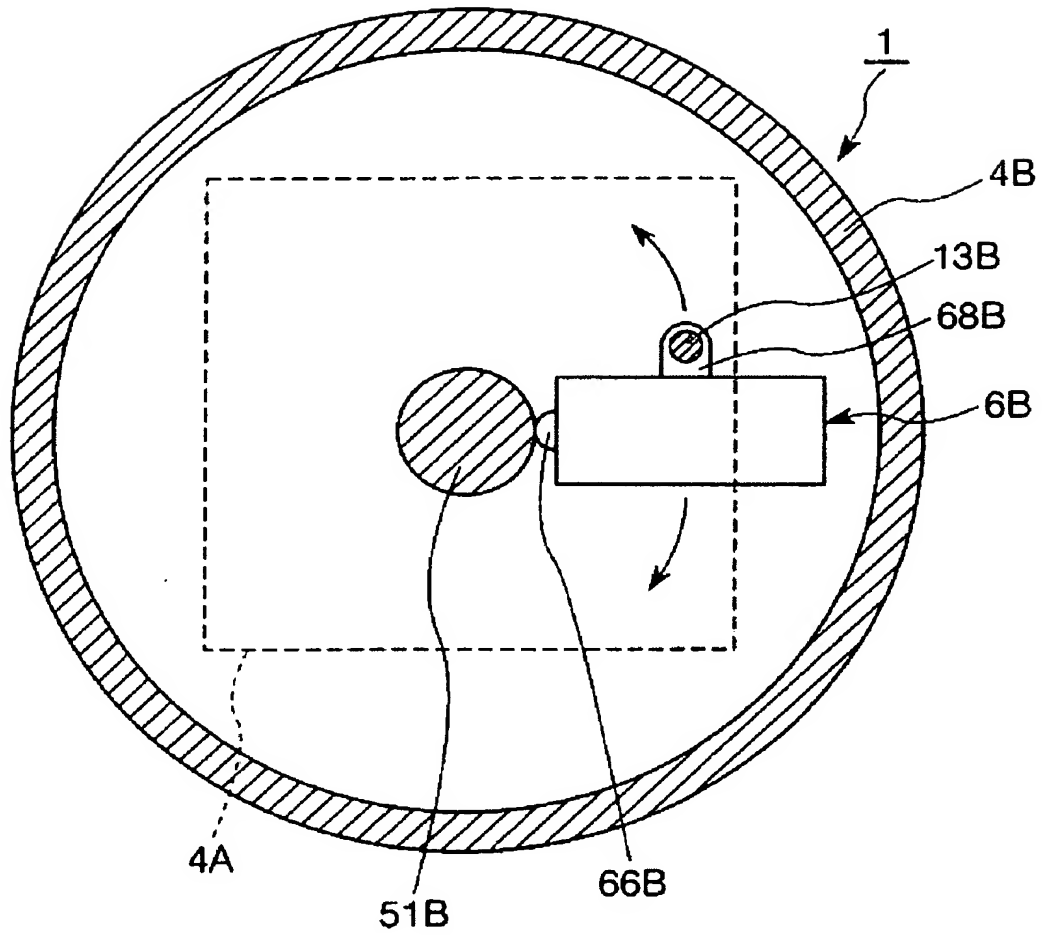
【図 35】



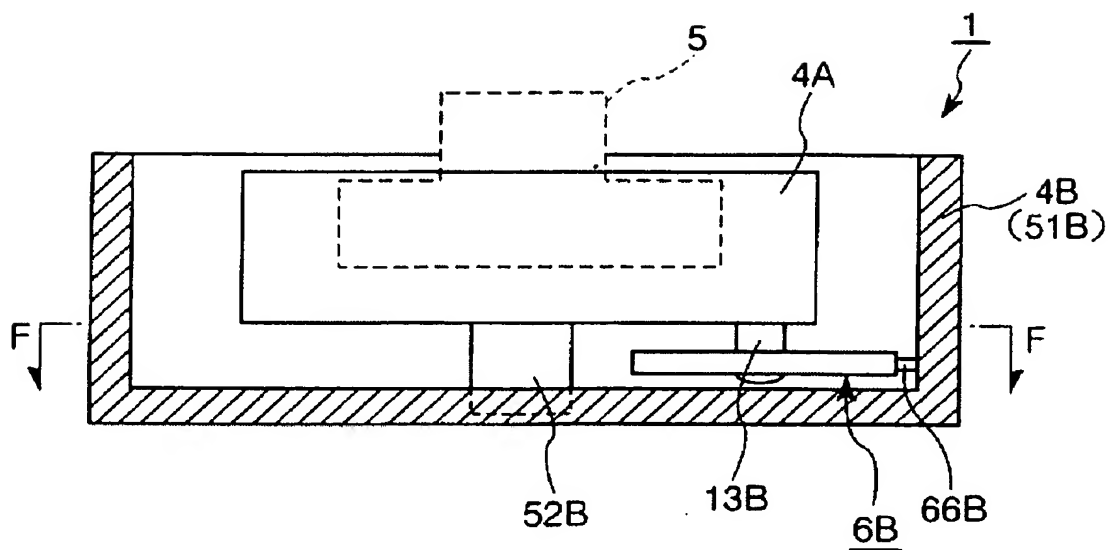
【図 36】



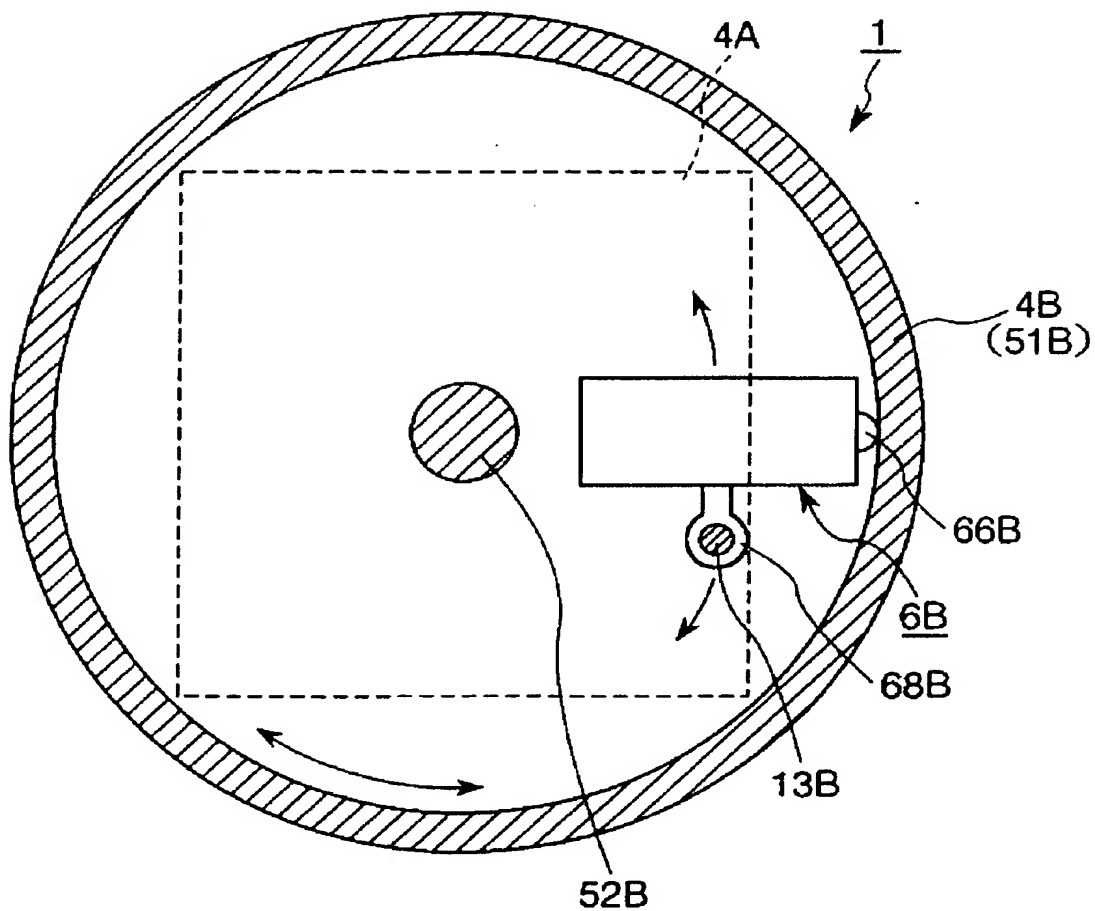
【図 37】



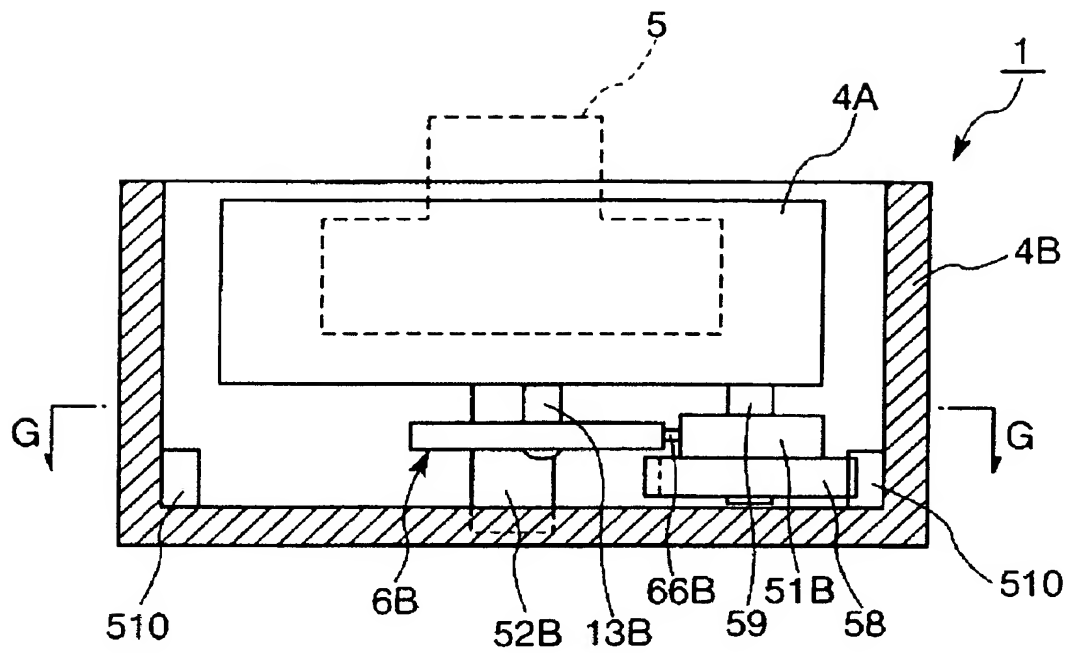
【図 38】



【図 39】

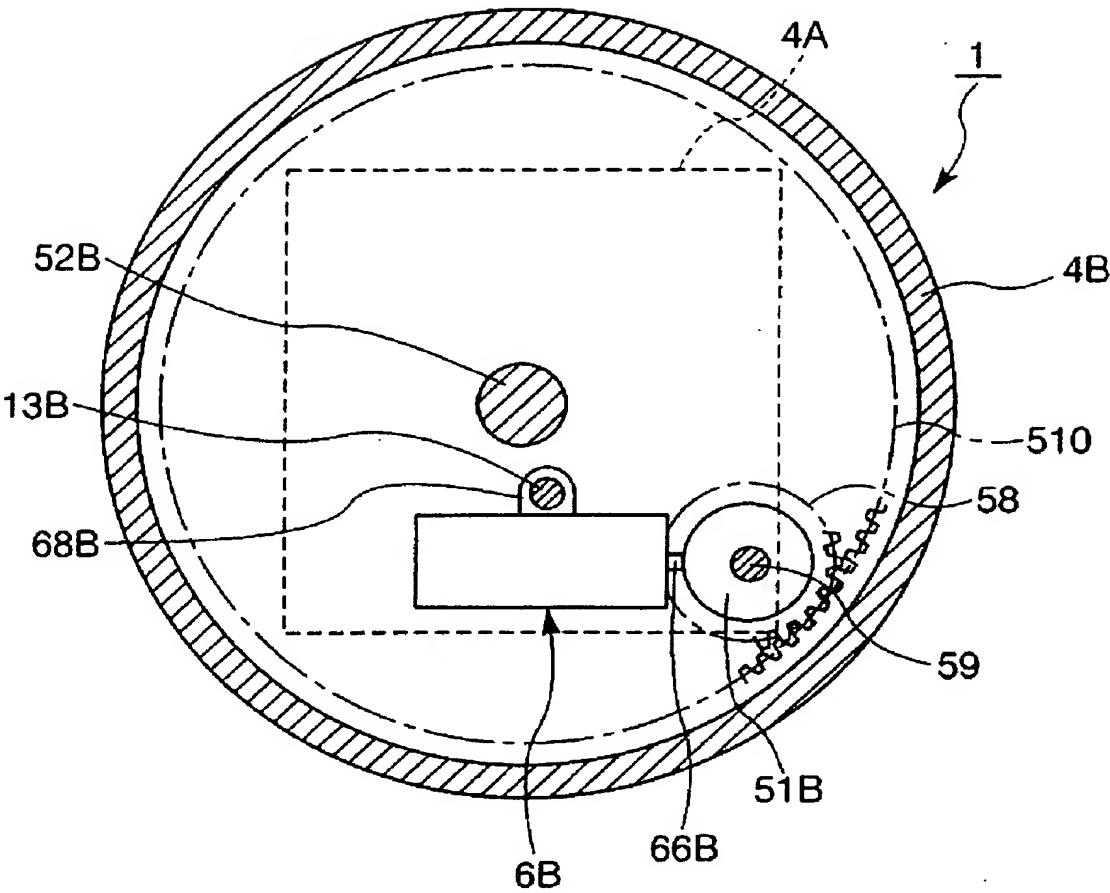


【図 40】

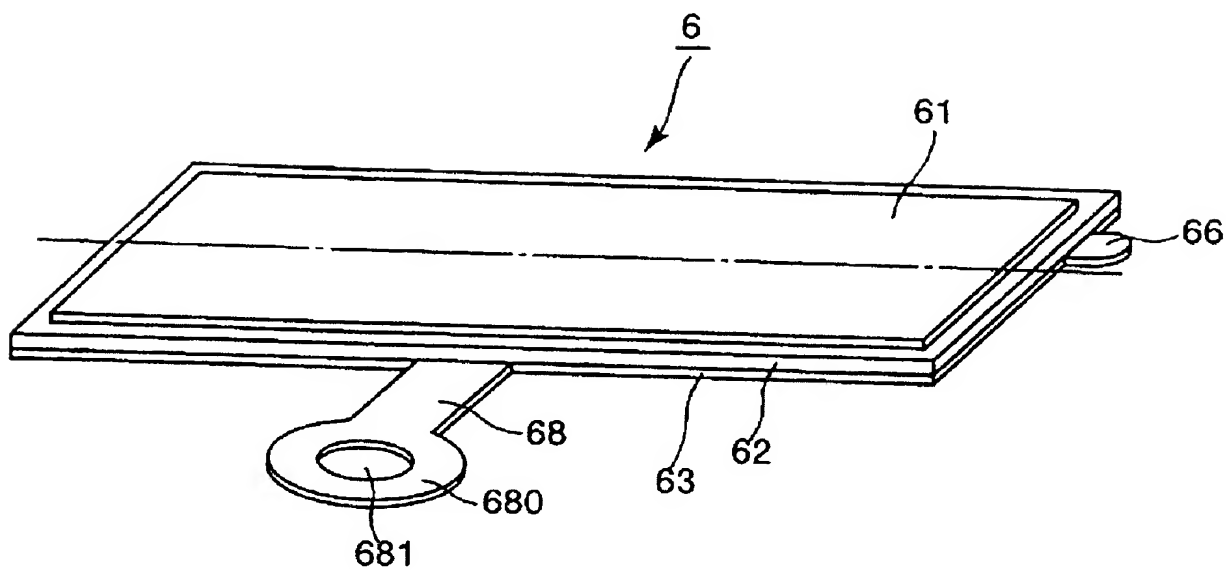




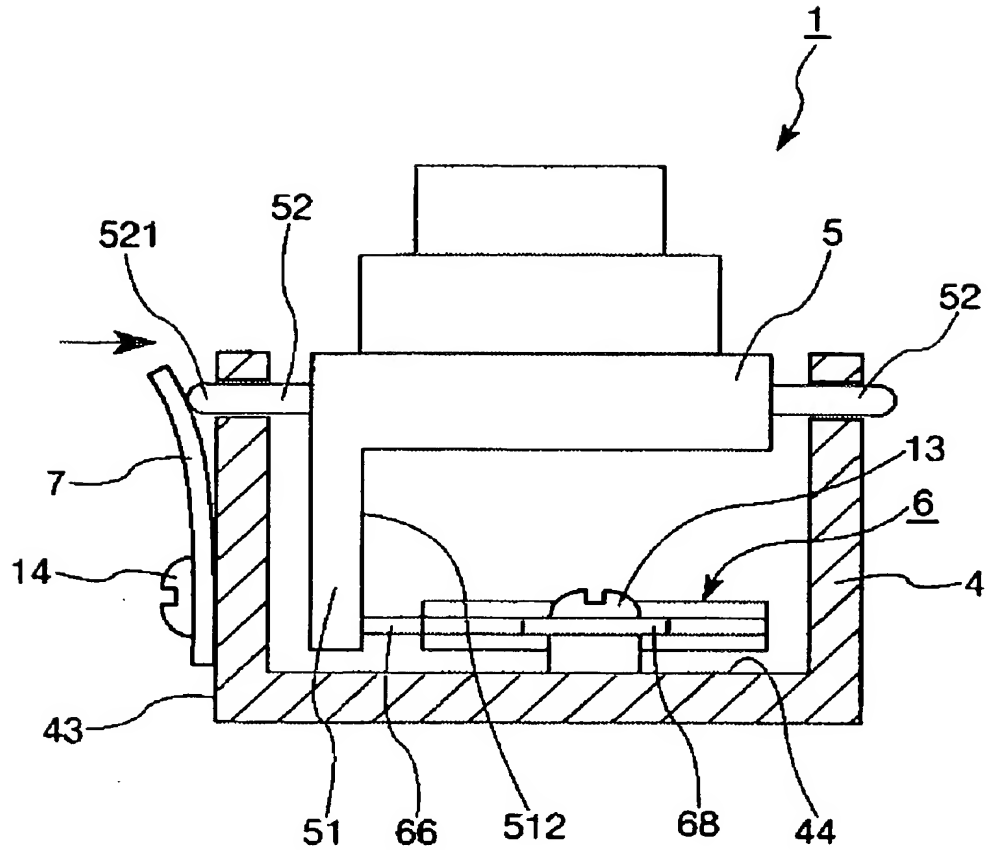
【図 4 1】



【図 42】



【図 43】



## 【書類名】要約書

## 【要約】

【課題】 機器全体を小型化できる稼働装置および電気機器を提供すること。

【解決手段】 この稼働装置 1 は、撮像素子および被接触部 5 1 を有する被駆動体 5 と、被駆動体 5 を回動可能に支持するフレーム 4 と、超音波モータとを含み構成される。超音波モータは、交流電圧の印加により伸縮する第 1 圧電素子、接触部 6 6 および腕部を一体的に形成された補強板、ならびに交流電圧の印加により伸縮する第 2 圧電素子をこの順に積層してなり、接触部 6 6 にて被接触部 5 1 に対して当接しつつフレーム 4 に対して固定設置される振動体 6 を有する。この稼働装置 1 は、被駆動体 5 が、振動体 6 の振動により被接触部 5 1 を介して駆動され、フレーム 4 に対して回動する。

【選択図】 図 1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 4 - 0 2 0 5 2 2
受付番号	5 0 4 0 0 1 4 3 7 2 4
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 6 年 2 月 2 日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

【提出日】 平成16年 1月28日

## 【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

## 【代理人】 申請人

【識別番号】 100091292

【住所又は居所】 東京都港区西新橋 1 丁目 1 8 番 9 号 西新橋ノア  
ビル 4 階 朝比・増田特許事務所

【氏名又は名称】 増田 達哉

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100091627

【住所又は居所】 東京都港区西新橋 1 丁目 1 8 番 9 号 西新橋ノア  
ビル 4 階 朝比・増田特許事務所

【氏名又は名称】 朝比 一夫

特願 2 0 0 4 - 0 2 0 5 2 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 3 6 9 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社